E. Hayward

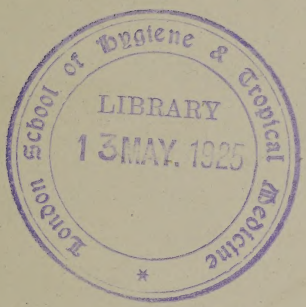
To be returned to

UNIVERSITY OF LONDON LIBRARY DEPOSITORY,

SPRING RISE,

ESHAM,

SURREY.



WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY
Coll. welMOmec
Call
No.

LONDON SCHOOL OF HYGIENE
AND
TROPICAL MEDICINE
LIBRARY

ZEITSCHRIFT

FÜR

HYGIENE

UND

INFECTIONSKRANKHEITEN.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. R. KOCH, GEH. MEDICINALRATH UND DIRECTOR DES INSTITUTES FÜR INFECTIONSKRANKHEITEN ZU BERLIN.

UND

DR. C. FLÜGGE, O. Ö. PROFESSOR UND DIRECTOR DES HYGIENISCHEN INSTITUTES DER UNIVERSITÄT BRESLAU.

ELFTER BAND.

MIT ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN IM TEXT UND ACHTZEHN TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1892.

3885

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhalt.

Seite

An unsere Leser 1

B. Proskauer, Ueber die hygienische und bautechnische Untersuchung des Bodens auf dem Grundstücke der Charité und des sogen. „Alten Charité-Kirchhofes". (Hierzu Taf. I—XI.) 3

F. Welz, Bacteriologische Untersuchung der Luft in Freiburg i./B. und Umgebung 121

O. Boer, Ueber die Behandlung diphtherieinficirter Meerschweinchen mit chemischen Präparaten 154

H. L. Russell, Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bacterien. (Hierzu Taf. XII u. XIII.) 165

Johannes Frenzel, Ueber den Bau und die Sporenbildung grüner Kaulquappenbacillen. (Hierzu Taf. XIV.) 207

W. Hesse, Ein neues Verfahren zur Züchtung anaërober Bacterien 237

E. Pfuhl, Beitrag zur Behandlung tuberculöser Meerschweinchen mit Tuberculinum Kochii. (Hierzu Taf. XV.) 241

Georg Frank und Otto Lubarsch, Zur Pathogenese des Milzbrandes bei Meerschweinchen und Kaninchen 259

Walther Kruse und Sergio Pansini, Untersuchungen über den Diplococcus pneumoniae und verwandte Streptokokken 279

Th. Weyl, Zur Theorie der Immunität gegen Milzbrand 381

R. Pfeiffer, Untersuchungen über das Choleragift 393

A. Wolpert, Zu Dr. H. Bitter: „Ueber Methoden zur Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft" 413

H. Bitter, Entgegnung auf vorstehende Bemerkungen des Hrn. Prof. Wolpert 419

S. Botkin: Ueber einen Bacillus butyricus. (Hierzu Taf. XVI.) 421

Bernhardt Rosenberg, Ein Befund von Psorospermien (Sarcosporidien) im Herzmuskel des Menschen. (Hierzu Taf. XVII.) 435

S. Kitasato, Gewinnung von Reinculturen der Tuberkelbacillen und anderer pathogener Bacterien aus Sputum 441

Angelo Maffucci, Die Hühnertuberculose. Experimentelle Untersuchungen. (Hierzu Taf. XVIII.) 445

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

An unsere Leser.

Mit Beginn des elften Bandes haben wir eine Aenderung in dem Titel unserer Zeitschrift eintreten lassen; derselbe lautet nicht mehr „Zeitschrift für Hygiene“, sondern **„Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten“.**

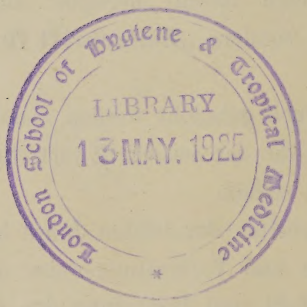
Es soll damit zum Ausdruck gebracht werden, dass es uns geboten erschien, die Grenzen des bisher von der Zeitschrift vertretenen Forschungsgebietes fortan etwas weiter zu ziehen.

Unter den hygienischen Arbeiten der letzten Jahre haben die Untersuchungen über die Aetiologie und Verbreitungsweise der Infectionskrankheiten in Bezug auf Zahl und Bedeutung den hervorragendsten Platz eingenommen. Diese Studien führten aber in naturgemässer Entwickelung neuerdings zu Resultaten, welche nicht sowohl die Ursache und Entstehung der Infectionskrankheiten, sondern vielmehr deren Therapie, den Heilungsvorgang und den individuellen Schutz gegen dieselben betreffen. Es ist vorauszusehen, dass gerade in letzterer Richtung die Studien über Infectionskrankheiten sich auch fernerhin vorzugsweise bewegen werden, zumal in dem neubegründeten Institut, welches speciell der Erforschung der Infectionskrankheiten gewidmet ist.

Die auf diesem Gebiete gwonnenen Resultate, auch wenn sie nicht mehr der eigentlichen Hygiene zuzuzählen sind, sollen in Zukunft eben-

falls in unserer Zeitschrift veröffentlicht werden; die Zeitschrift soll ein Organ werden, das ausser den speciell hygienischen Arbeiten Beiträge aus dem gesammten Gebiet der Infectionskrankheiten aufnimmt. Um dies auch äusserlich kenntlich zu machen, haben wir für den Titel jene erweiterte Fassung gewählt.

R. Koch. C. Flügge.


London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

Plan des Charité-Grundstückes mit den Bohrlöchern.

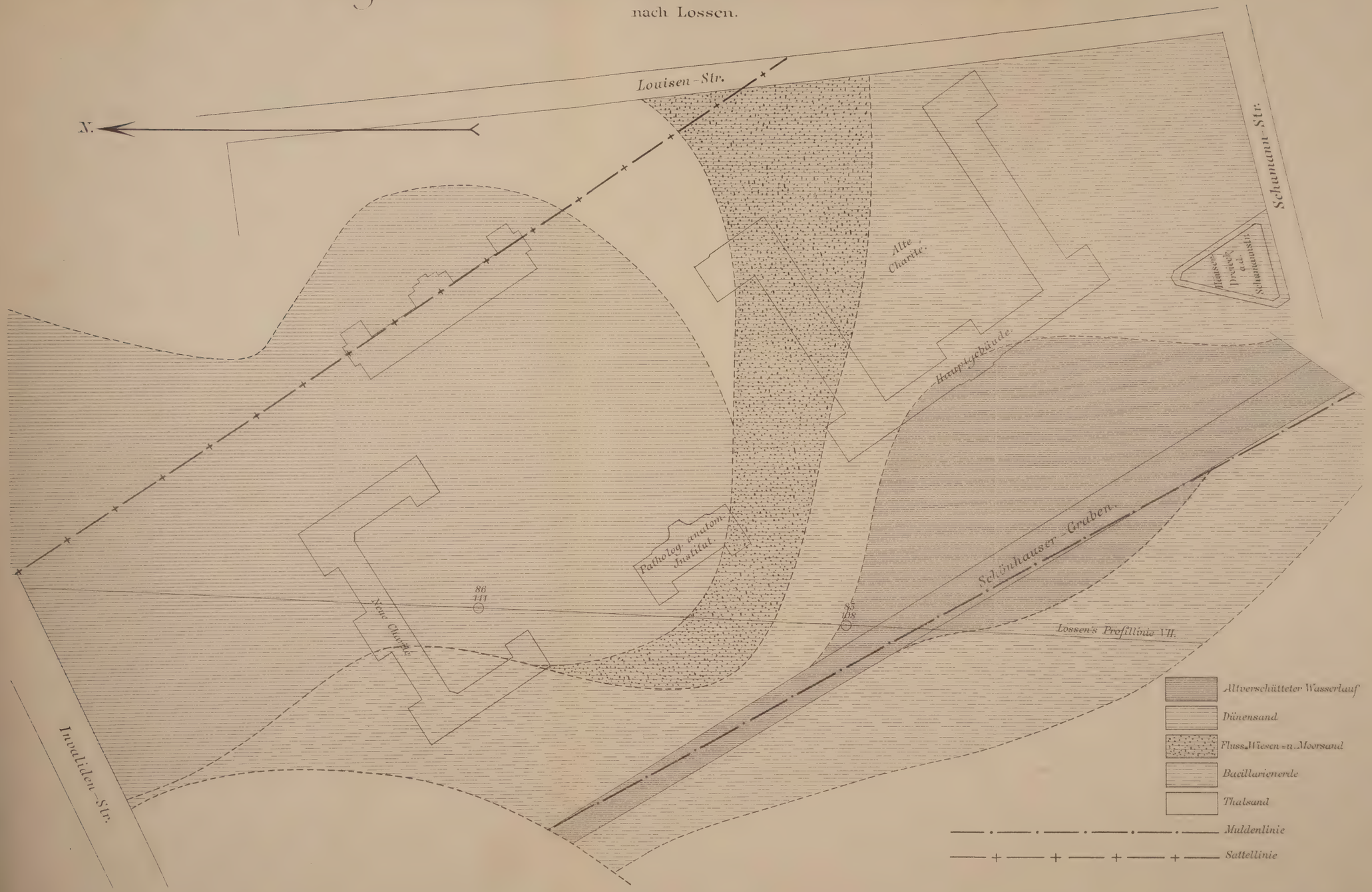
Verlag Veit & Comp. Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY

Geologische Beschaffenheit des Bodens des Charité-Grundstückes

nach Lossen.

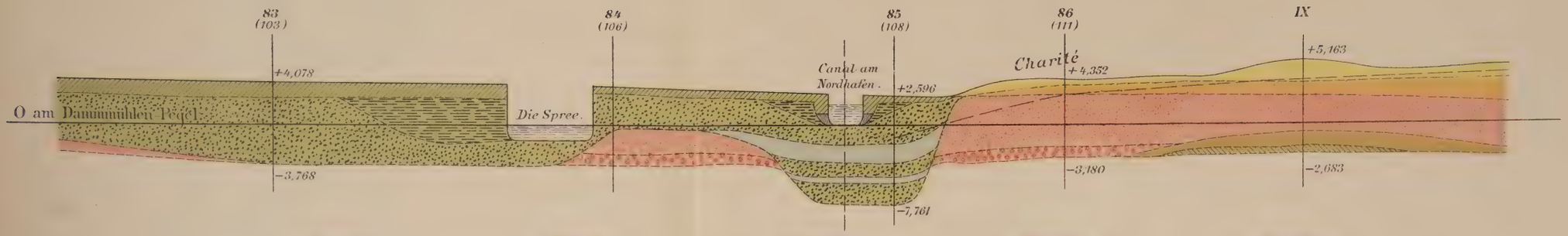


Verlag Veit & Comp. Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

Boden des Charité-Grundstückes.

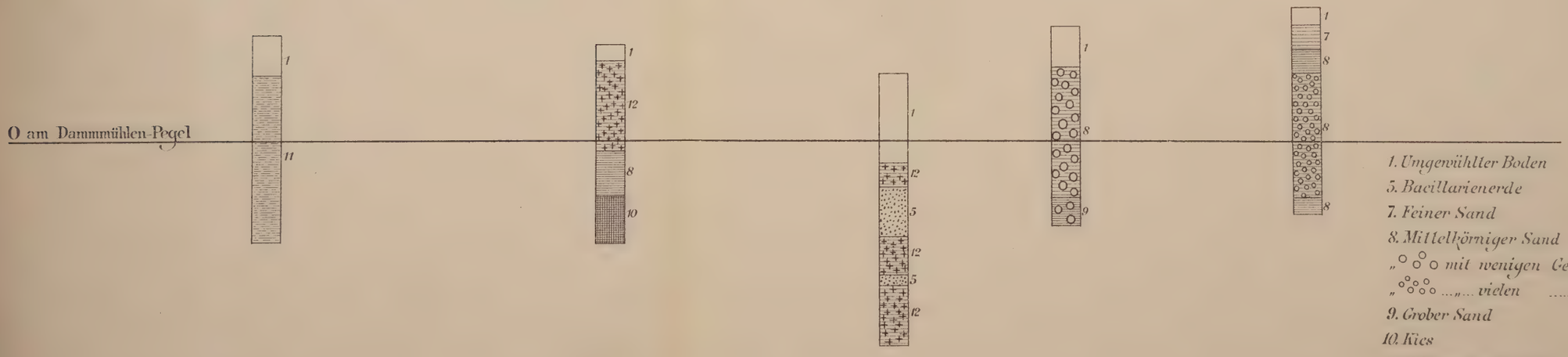
Aus dem Profil No VII der Lossen'schen geologischen Karte von Berlin.



Erklärung:

- Bacillarien-Erde.
- Schlammiger Sand mit Bacillarien-Erde.
- Aufgefüllter Boden.
- Mittelkörniger mittlerer altalluv. Thalsand.
- Schlammiger Sand (Wiesen- u. Moorsand.)
- Dünen-Sand.
- Feinkörniger oberer altalluv. Thalsand.
- Diluvial-Hauptsand.
- grobkörnig grandiger unterer altalluv. Thalsand.
- Diluvialgrand.

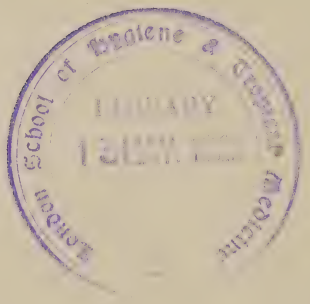
Zum Profil No VII gehörige Bohrlöcher.



1. Umgewühlter Boden
5. Bacillarienerde
7. Feiner Sand
8. Mittelkörniger Sand
„ ° ° ° mit wenigen Geschieben
„ ° ° ° ° ... „ ... vielen ..... „ .....
9. Grober Sand
10. Kies
11. Schlammiger Sand
12. Vegetabilien im Sande

Verlag Veit & Comp. Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig.


School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY

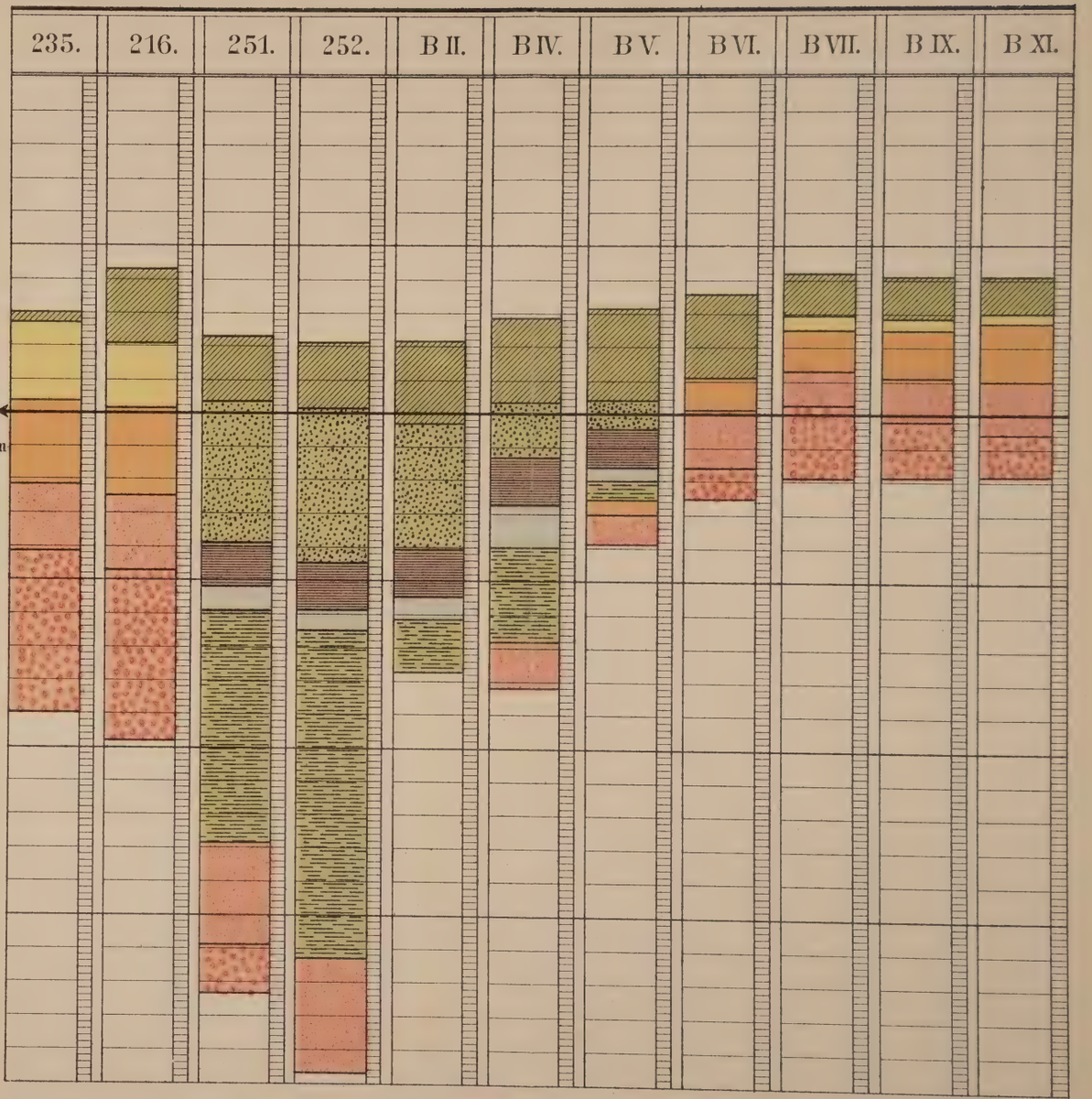
Boden des Charité Grundstückes.

Profile der Bohrlöcher.

Linie A.

0 am Dammmühlen Pegel.

Linie B.



Aufgefüllter Boden. *Schlammiger Sand.* *Schlammiger Sand mit Bacillarien-Erde.* *Torf.*

Bacillarien-Erde. *Dünen-Sand.* *Oberer Thalsand.* *Mittlerer Thalsand.* *Unterer Thalsand.*

Verlag Veit & Comp. Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Boden des Charité Grundstückes.

Profile der Bohrlöcher:

Linie C.

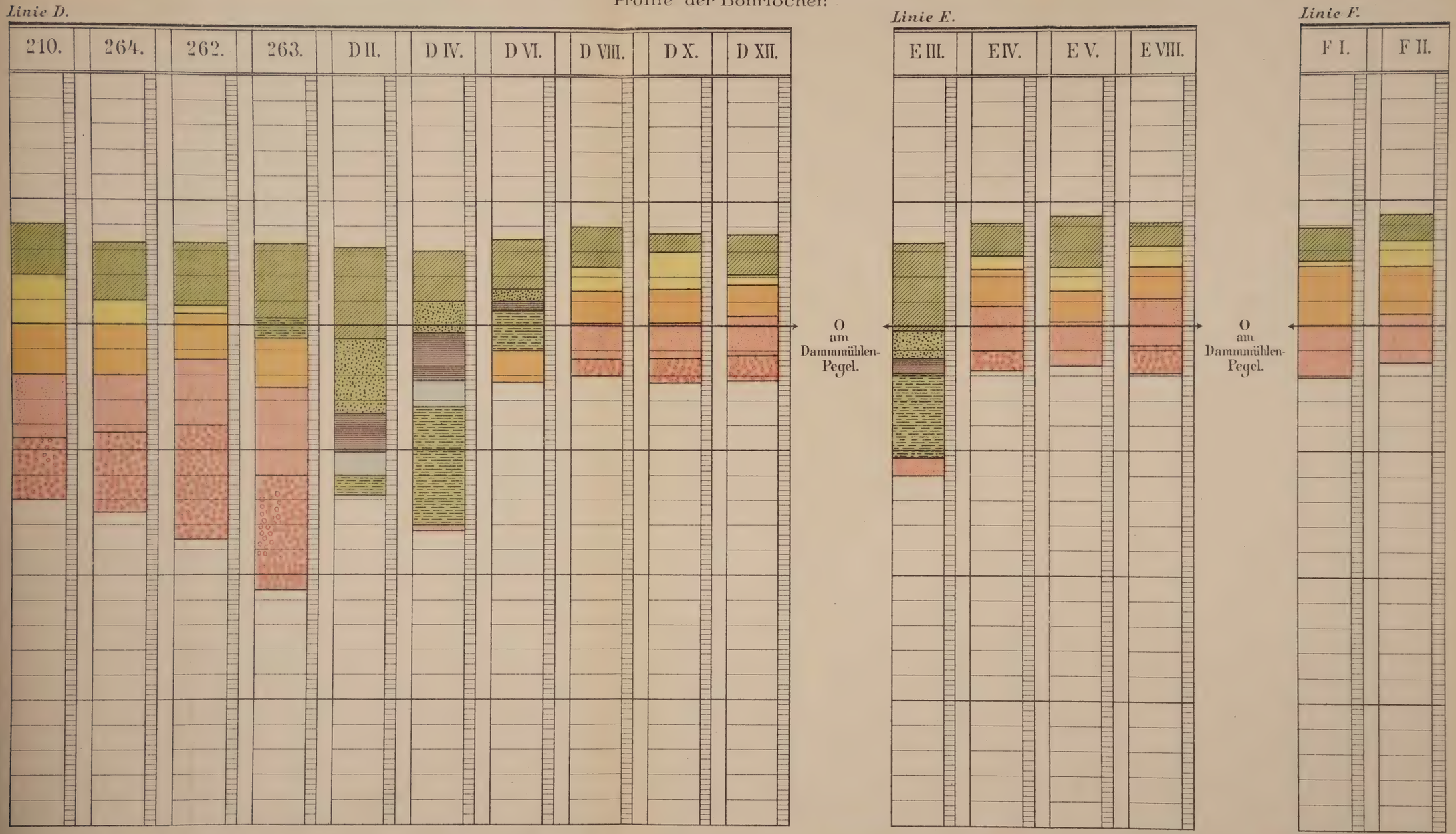
Verlag Veit & Comp. Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY 1983

Boden des Charité Grundstückes.

Profile der Bohrlöcher:



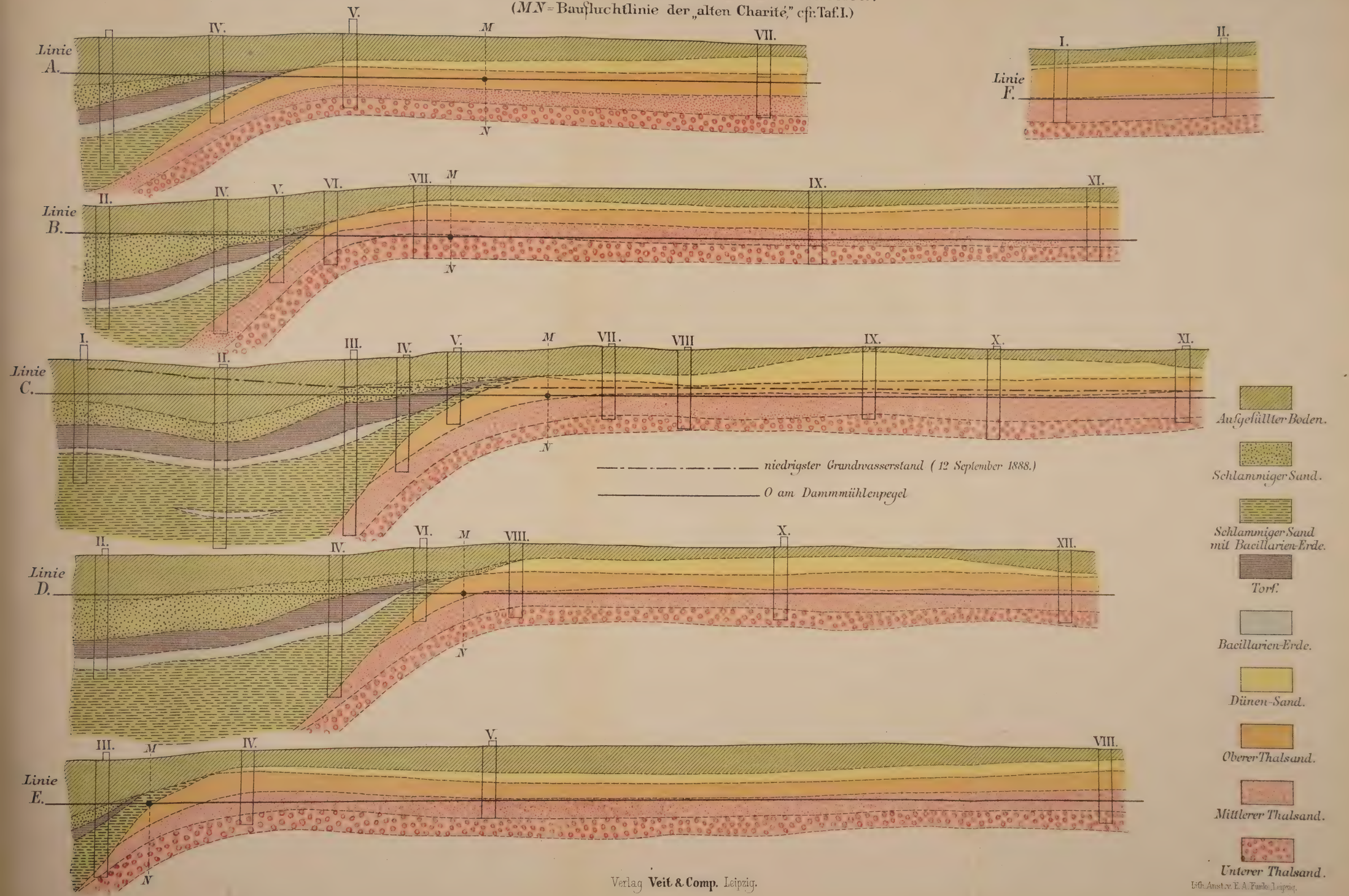
Verlag Veit & Comp. Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine

Boden des Charité-Grundstückes.

(*MN* = Baufluchtlinie der „alten Charité," cfr. Taf. I.)

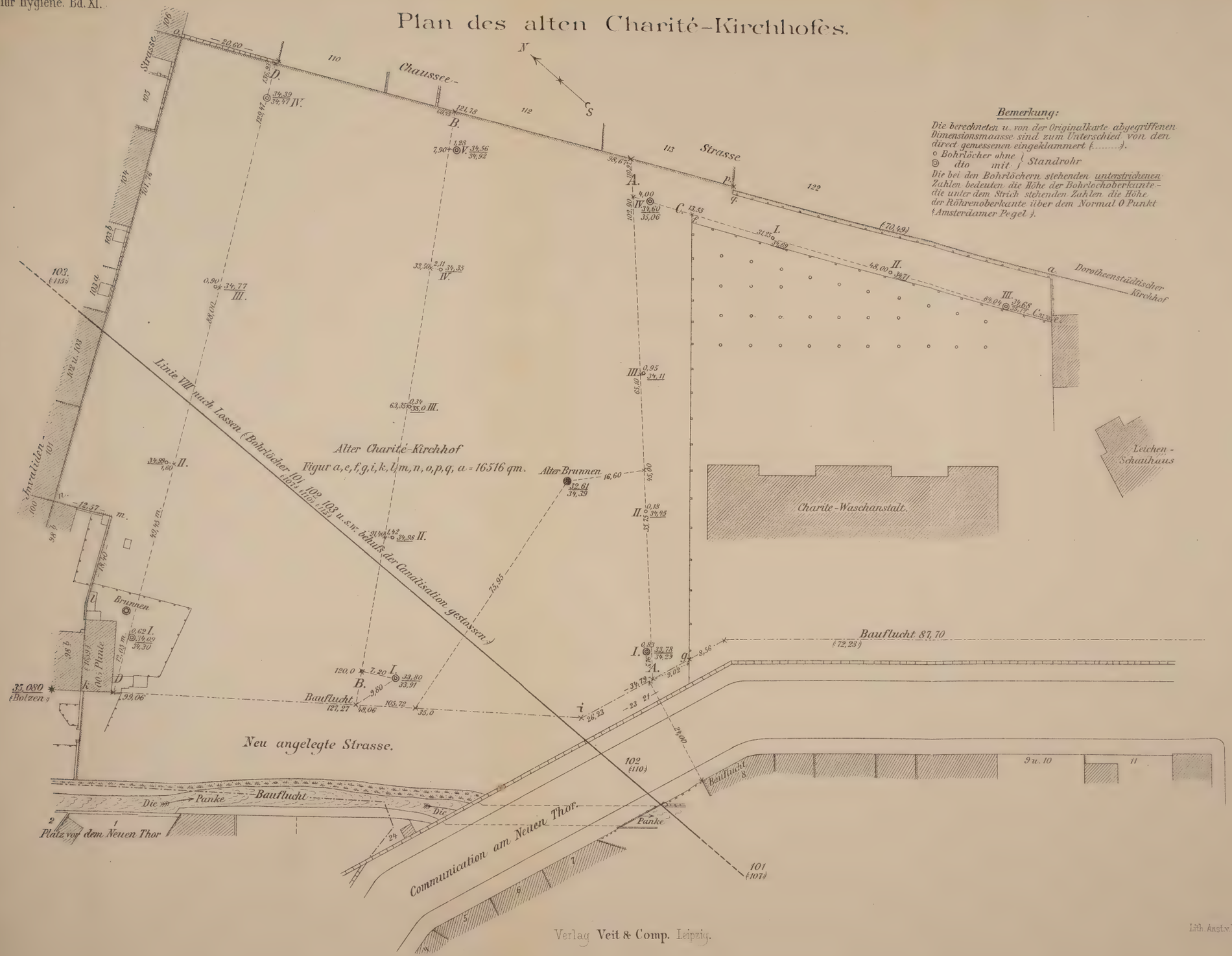


Verlag **Veit & Comp.** Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

London School of Medicine & Hospital Medicine
LIBRARY
13 MAY, 19[illegible]

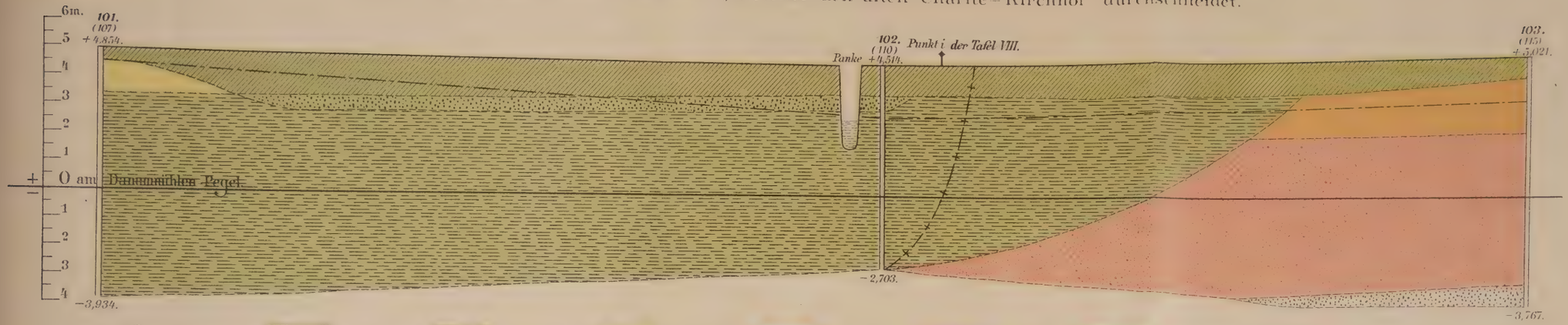
Plan des alten Charité-Kirchhofes.



London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
12 MAY 1925

Boden des alten Charité-Kirchhofes.

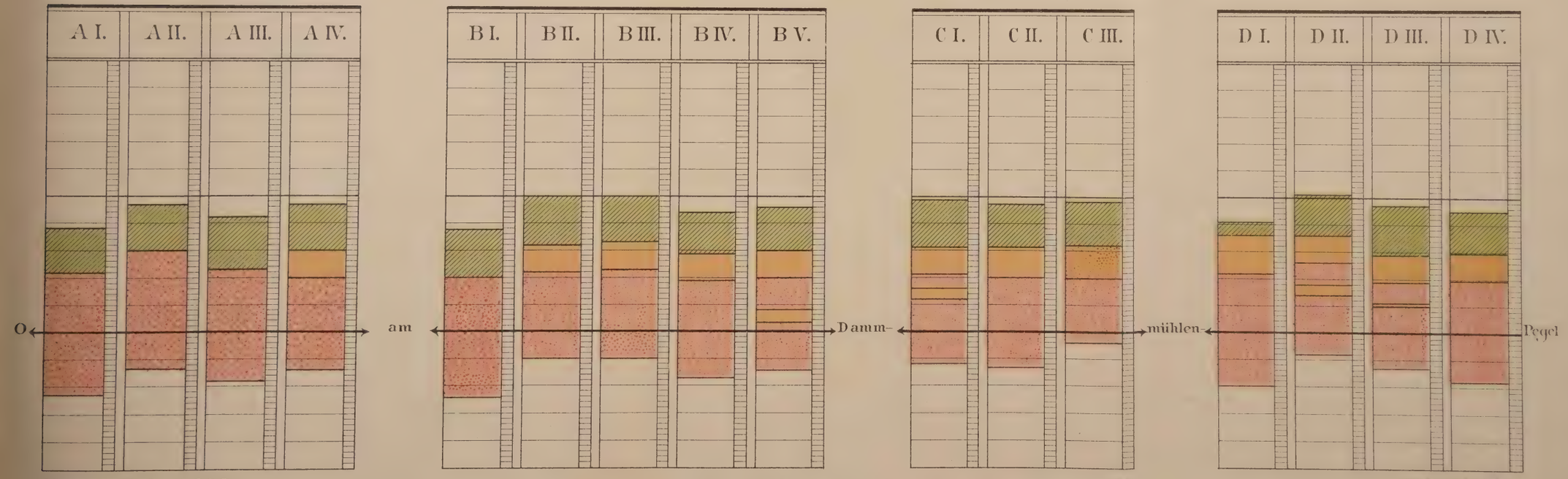
A. Theil des Lossen'schen Profiles VIII, welcher den alten Charité-Kirchhof durchschneidet.



Erklärung:

- Umgewühlter Boden
- Wiesen u. Moor-Sand.
- Wiesen u. Moor-Erde (Schlam. Sand.)
- Oberer Thalsand
- Dünen Sand.
- Mittlerer Thalsand.
- Grandiger Diluvial Hauptsand.
- + — + — + — + — vermuthliche Grenze des Wiesen- u. Moorsandes.

B. Profile der Bohrlöcher.

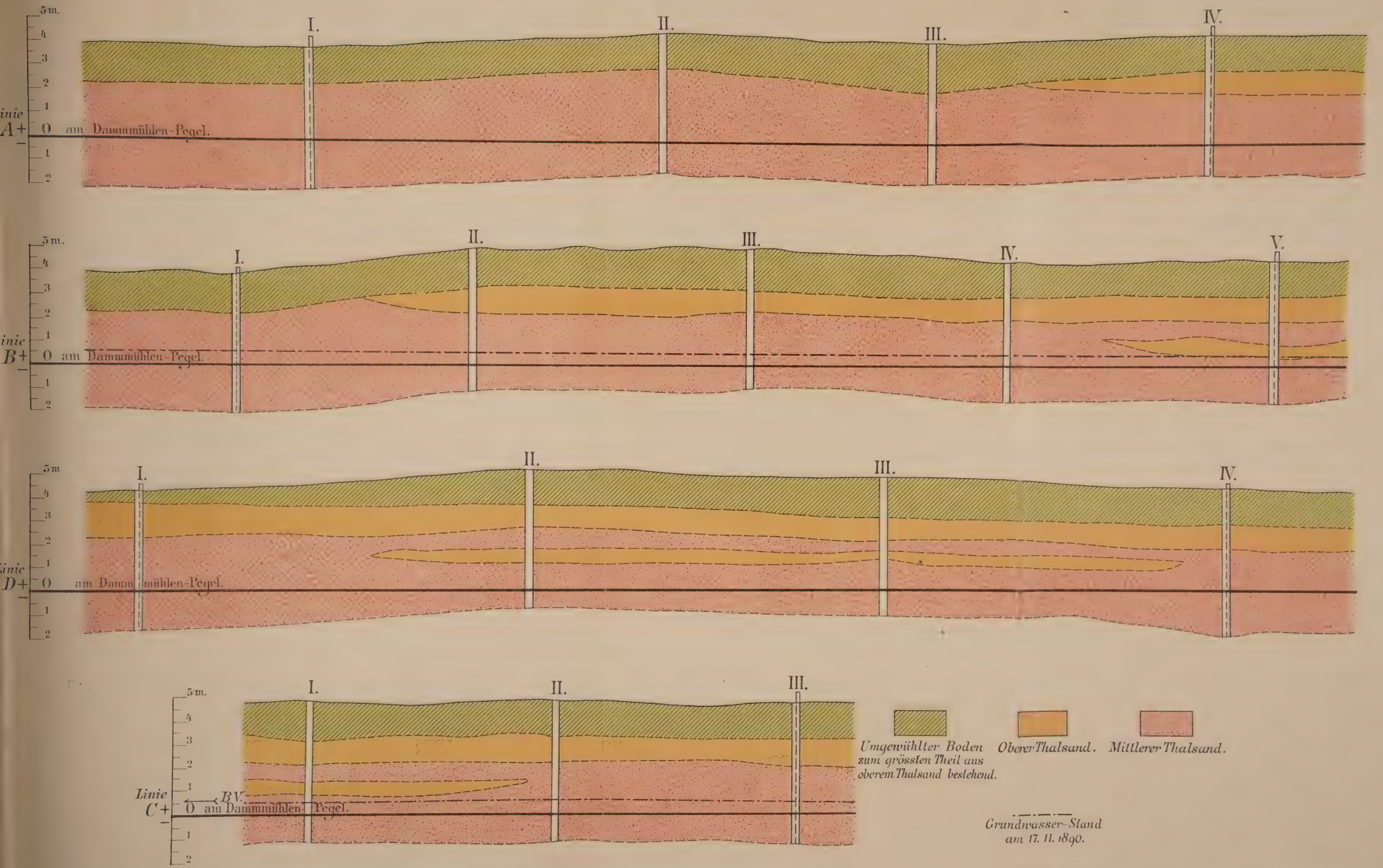


Maassstab 1:200.

Verlag Veit & Comp. Leipzig.

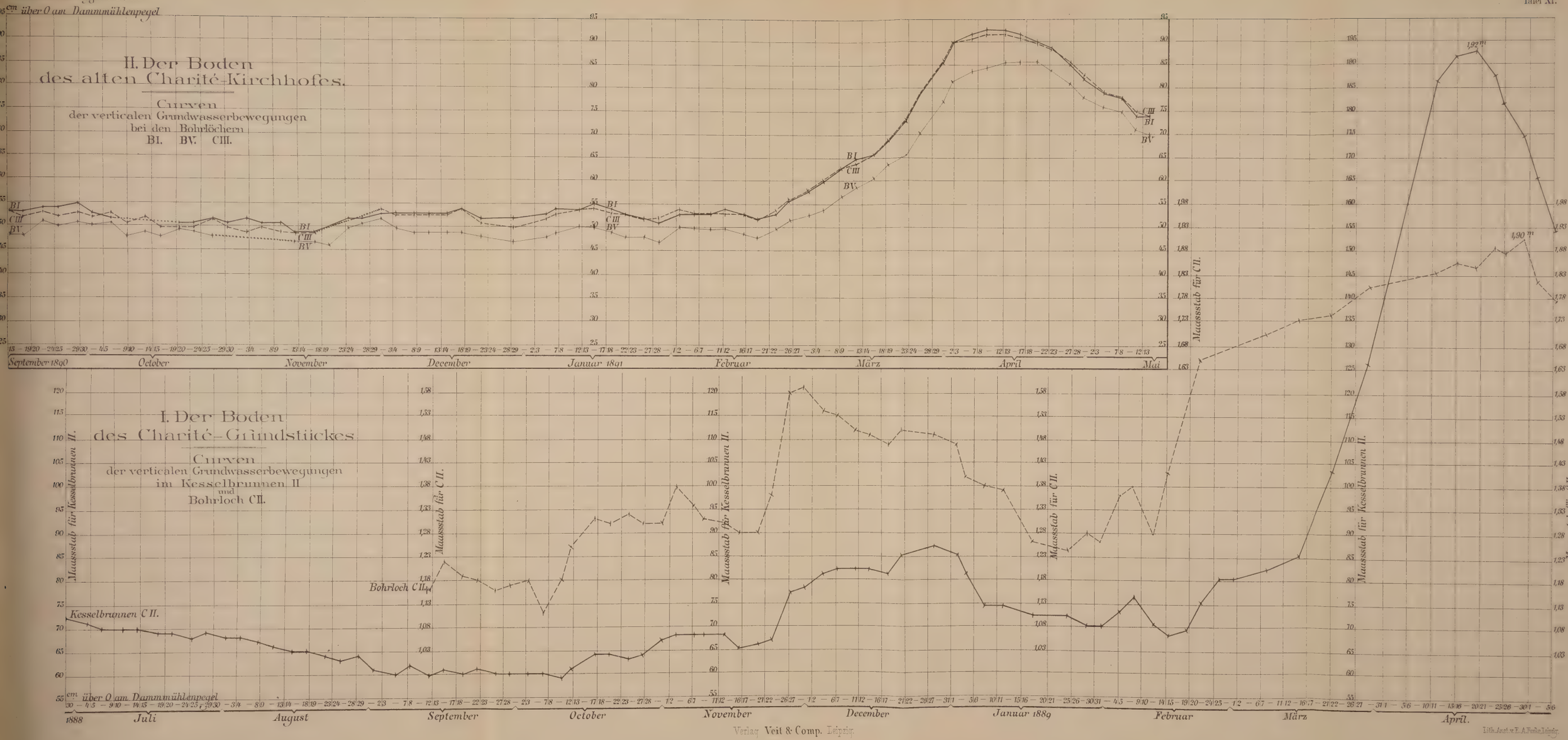
Boden des alten Charité-Kirchhofes.

Bodenprofile.



Verlag Veit & Comp. Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.



Verlag Veit & Comp. Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY

[Aus dem hygienischen Institut der Universität zu Berlin.]

Ueber die hygienische und bautechnische Untersuchung des Bodens auf dem Grundstücke der Charité und des sogen. „Alten Charité-Kirchhofes".

Von

B. Proskauer.

(Hierzu Taf. I—XI.)

Durch Erlass Se. Exc. des Herrn Ministers v. Gossler war dem hygienischen Institut der Auftrag zu Theil geworden, den Boden der beiden oben genannten Grundstücke in hygienischer und bautechnischer Beziehung zu untersuchen.

In Bezug auf die Ausführung der Untersuchung war durch den Erlass vorgeschrieben, dass „an passend auszuwählenden Stellen Bohrlöcher, bezw. Gruben in erforderlicher Anzahl angelegt werden sollen, welche einerseits die Ermittelung des Standes und der Bewegung des Grundwassers, andererseits die Untersuchung der Erdschichten bis zu der hier in Betracht kommenden Tiefe auf ihre Beschaffenheit in sanitärer und bautechnischer Beziehung ermöglichten." In sanitärer Hinsicht wurden chemische und bacteriologische Ermittelungen für nothwendig erachtet.

Nachdem der Herr Minister die Genehmigung ertheilt hatte, die Resultate der unter Leitung des Herrn Geheimrath Prof. Dr. Koch ausgeführten Untersuchungen zu veröffentlichen, hat mich Herr Geheimrath Koch mit der Publication derselben betraut.

I.

Der Boden des Charité-Grundstückes.

Bei der Wiedergabe der Ergebnisse, welche bei der Untersuchung des Bodens vom Charité-Grundstücke erhalten worden sind, folge ich dem von Herrn Geheimrath Koch abgegebenen Berichte, wobei ich bemerke, dass Herr Prof. C. Fränkel die hierbei erforderlichen bacteriologischen Arbeiten ausgeführt hat, während mir die Leitung der Bohrungen, die damit verbundenen geologischen Feststellungen und die chemischen Untersuchungen zufielen.

Vor Aufstellung des Untersuchungsplanes wurde alles zur Orientirung über die Bodenverhältnisse des Charité-Grundstückes verwerthbare Material beschafft.

Eine von der Kgl. Charité-Direction erhaltene Entwässerungskarte des Grundstückes ist dem hier beigefügten Plane (Taf. I) zu Grunde gelegt worden. Ebendaher wurde noch Auskunft ertheilt über das Ergebniss von Bodenuntersuchungen, welche im Jahre 1873 auf der Baustelle, wo das alte Waschhaus der Kgl. Charité steht, ausgeführt waren. Aus letzteren war die wichtige Thatsache zu entnehmen, dass sich auf dem Charité-Grundstücke unmittelbar neben gutem Baugrund schlechter findet, welcher aus schlammigem Boden besteht und an der untersuchten Stelle bis zu einer Tiefe von ca. 17 m ging.

Da in den letzten Jahren bei den Vorarbeiten für den Bau des Kinderhospitals und für eine in Aussicht genommene Klinik durch Herrn Bauinspector Klutmann bautechnische Bodenuntersuchungen stattgefunden hatten, so war ferner bekannt, dass an beiden Stellen der Boden bis zu erheblicher Tiefe, 15 bis 20 m, aus schlammigem, mit Torf untermischten Sande bestehe. Von der Stelle, wo die letzterwähnte Klinik erbaut werden sollte (den Bohrlöchern I bis III der Linie *E* auf Taf. I entsprechend) wurden durch Herrn Bauinspector Klutmann Bohrproben zur Verfügung gestellt, aus denen zu ersehen war, dass ein mit organischen Resten reichlich vermengter, feinkörniger grauer Sand, welcher stellenweise Torf und Bacillarienerde enthielt, bis zu einer Tiefe von 20 m geht.

Herr Klutmann theilte noch mit, dass man bei der Ausführung eines Anbaues der „neuen Charité“ und zwar an der nordwestlichen Ecke derselben auf schlechten Baugrund gestossen sei.

Sehr werthvolle Anhaltspunkte über die hier in Frage kommenden Bodenverhältnisse liefert das Werk von Lossen über den Boden der

Stadt Berlin.[1] Es sind deswegen Copien von den zu diesem Werke gehörigen Karten, soweit sie das Charité-Grundstück betreffen, in den Taf. II und III hier beigefügt.

Aus Taf. II (auf den Maassstab des Grundrisses Taf. I reducirt) ist zu ersehen, dass das Profil Nr. VII der Lossen'schen Uebersichtskarte durch das Charité-Grundstück verläuft und dass die Bohrlöcher Nr. 86 (111) und Nr. 85 (108), welche bei den Vorarbeiten zur Canalisirung von Berlin angelegt worden waren, sich auf dem Gebiete der Charité befinden.

Das Bohrloch Nr. 86 (111), zwischen den beiden Flügeln der „neuen Charité" gelegen, traf sofort auf Thalsand und wurde in dessen unteren Schichten bis zur Tiefe von 7 m geführt; es stand also in gutem Baugrund. Das zweite Bohrloch dagegen, ziemlich genau westlich von der Nordwestecke der „alten Charité", und zwar ungefähr 70 m entfernt von derselben gelegen, befand sich in schlammigem Boden und erreichte bei 10 m Tiefe noch keinen guten Baugrund. Also auch diese Bodenuntersuchung hatte auf eine bedeutende Differenz in der Bodenbeschaffenheit des Baugrundes hingewiesen. Lossen hat nach dem Ergebniss dieser beiden und der benachbarten, ausserhalb des Charité-Grundstückes gelegenen Bohrungen ein Bodenprofil entworfen, welches Taf. III wiedergiebt.

Darnach nimmt Lossen an, dass das Charité-Grundstück von einer tiefen Rinne durchsetzt wird, welche entsprechend dem Laufe des jetzt zugeschütteten „Schönhauser Grabens" (vgl. Taf. II), westlich von dem Häuserdreieck an der Schumannstrasse, in das Grundstück eintretend, zwischen Charité und Stadtbahn in der Richtung von SSO nach NNW geht. Diese Rinne soll einem früheren Stromlauf entsprechen,[2] durch welchen zeitweilig ein grosser, vielleicht der grösste Theil der im Spreethale sich bewegenden Gewässer seinen Lauf nahm. Mit der Abnahme der Wassermenge (entsprechend den Aenderungen im Laufe der Oder, welche nach der Auffassung von Girard, Lossen und von anderen Geologen ursprünglich durch das Spreethal nach dem Elbethale zuströmte) versandete und verschlammte diese Stromrinne, als unscheinbaren Rest den Schönhauser Graben zurücklassend. Die Rinne hat dieselbe Richtung wie eine Muldenlinie (vgl. Taf. II) im diluvialen Untergrund des Thalbodens, und wiederum parallel mit dieser verläuft eine diluviale Untiefe (entsprechend der Sattellinie auf Taf. II). Die Richtigkeit dieser Darstellung vorausgesetzt, würden daraus wichtige Schlüsse auf die Bewegung des Grundwassers in horizontaler Richtung für den Untergrund des Charité-Grundstückes zu entnehmen sein.

---

[1] *Reinigung und Entwässerung Berlins.* 1879. Heft XIII.

[2] Lossen, *Der Boden der Stadt Berlin.* S. 1034.

Nach älteren Karten von Berlin, welche Lossen für seine Uebersichtskarte benutzt hat, soll der „Schönhauser Graben“ noch im Jahre 1640 eine teichartige Ausbuchtung gehabt haben, welche sich gerade vor dem Hauptgebäude der „alten Charité“ befindet und sich bis an dessen Front oder selbst noch unter dasselbe erstreckt (vgl. Taf. II). Dieser Angabe scheint Lossen bei dem Entwurf der Oberflächenkarte insofern Rechnung getragen zu haben, als er der „alten Charité“ zum grossen Theil Bacillarienerde, den in Berlin am meisten verrufenen Baugrund, als Untergrund giebt. Auch das für die Zwecke der Charité in Frage kommende Gebäudedreieck an der Schumannstrasse liegt nach Lossen auf Bacillarienerde.

Erst gegen Ende der Untersuchungen wurde Kenntniss erhalten von den Ergebnissen, welche Bohrungen auf der Linie der Stadtbahn zur Zeit der Erbauung derselben geliefert hatten. Dieselben greifen zum Theil auf das Gebiet der Charité über und konnten zur Ergänzung der bis dahin gemachten Beobachtungen sehr vortheilhaft verwerthet werden.

Untersuchungsplan.

Da die früheren gelegentlichen Beobachtungen übereinstimmend mit der Annahme Lossen's das Vorhandensein eines breiten Streifens von schlechtem Baugrund sehr wahrscheinlich machten, so kam es vorzugsweise darauf an, die Ausdehnung und Richtung desselben möglichst genau festzuhalten und namentlich auch zu ermitteln, ob Ausbuchtungen oder seitliche Abzweigungen vorhanden seien.

Hierzu schien es am zweckmässigsten, die Bohrlöcher in Linien anzuordnen, welche senkrecht gegen die alte Stromrinne gerichtet waren. Auch war es nothwendig, in der Gegend, wo die Rinne vermuthet wurde, die Bohrlöcher so nahe beisammen zu legen, dass sich die Grenze zwischen dem guten und schlechten Baugrund möglicht genau fixiren liess. Ausserdem musste eine dieser Linien durch das Gebäudedreieck an der Schumannstrasse und eine andere durch die Mitte der alten Charité, da wo die Lossen'sche Karte die Ausbuchtung des Schönhauser Grabens angiebt (vgl. Taf. II), gelegt werden.

In Uebereinstimmung mit den Vertretern der Kgl. Ministerial-Baucommission, Hrn. Baurath Emmerich und Hrn. Bauinspector Klutmann, wurde dann die Zahl und Lage der Linien, sowie der zugehörigen Bohrlöcher durch Herrn Geheimrath Koch so festgesetzt, wie es auf dem Plane (Taf. I) angegeben ist. Dabei wurde von vornherein in Aussicht genommen, die Ausführung solcher Bohrlöcher, von denen nach Maass-

gabe der allmählich gewonnenen Resultate keine neuen Aufschlüsse zu erwarten waren, später fallen zu lassen.[1]

Die ungefähr in der Mitte gelegene Linie *C* sollte zuerst in Angriff genommen und in jeder Beziehung so eingehend als möglich untersucht werden. Namentlich sollten sämmtliche Löcher dieser Linie mit Standröhren besetzt werden, welche so eingerichtet waren, dass sie zur Messung des Grundwasserstandes und zur Entnahme von Grundwasserproben mit Hülfe einer darauf gesetzten kleinen Pumpe benutzt werden konnten. Zwei hinter der alten Charité gelegene, nicht mehr benutzte Kesselbrunnen (auf dem Plane [Taf. I] mit I und II bezeichnet) erschienen ebenfalls zur Untersuchung des Grundwassers und seiner Bewegungen geeignet.

Von den übrigen Bohrlöchern sollten, um die Kosten nicht unnöthig zu erhöhen, nur einzelne, besonders dazu geeignete mit Standröhren besetzt werden. Dieselben wurden so gewählt, dass sie einigermassen eine durch die ganze Länge des Grundstückes verlaufende gerade Linie bildeten, welche senkrecht gegen die Linie *C* gerichtet war, um den Grundwasserstand in den beiden sich unter rechtem Winkel kreuzenden Hauptlinien verfolgen zu können.

Sowohl für die bautechnische, als für die hygienische Untersuchung wurde es für ausreichend gehalten, mit den Bohrungen nicht tiefer als etwa 2 bis 3 m unterhalb des Grundwasserspiegels zu gehen.

Das einzelne Bohrloch sollte in der Weise angelegt werden, dass bis nahe zum Grundwasser der Boden ausgegraben wurde, um sofort nach dem Bloslegen der Bodenschichten und ohne dass dieselben, wie es bei der gewöhnlichen Art des Bohrens unvermeidlich ist, durcheinander gewühlt werden, für die bacteriologische und chemische Untersuchung geeignete Proben entnehmen zu können. Vom Boden dieser Grube aus musste dann in gewöhnlicher Weise mit dem „Trommelbohrer“ und mit dem „Cylinder- oder Ventilbohrer“ tiefer gegangen werden. Da aber namentlich der letztgenannte Bohrer den Boden für die bacteriologische Untersuchung nicht rein genug liefert, so sollte versucht werden, mit Hülfe von kleinen, besonders für diesen Zweck von Fränkel[1] construirten Bohrern Proben, wenigstens bis zu einer Tiefe von 2 m vom Grunde der Grube aus gerechnet, noch zu erhalten.

Ausführung der Untersuchungen.

Die Bohrungen nahmen ihren Anfang am 22. Juni 1888 mit dem Bohrloch V der Linie *C*. Die letzten Bohrlöcher (Linie *F*) wurden am 16. November 1888 ausgeführt.

[1] Die nicht zur Ausführung gekommenen Bohrlöcher sind auf Taf. I kenntlich gemacht. [2] *Diese Zeitschrift.* Bd. II. S. 535.

Nach Beendigung der Bohrungen sind die oberen Kanten der Bohrlöcher, bezw. der Standröhren, in Bezug auf ihre Lage über den Nullpunkt des Meterpegels am Mühlendamm (Spree, Unterwasser) vermessen worden, worüber das anliegende Verzeichniss Auskunft ertheilt. (Verzeichniss A im Anhange I.)

Die Grundwassermessungen konnten anfangs nur bei den beiden Kesselbrunnen I und II und den zuerst mit Standröhren besetzten Bohrlöchern *C* V u. *C* VII ausgeführt werden, denen sich allmählich die übrigen mit Standröhren versehenen Bohrlöcher anschlossen. Die Messungen geschahen zweimal wöchentlich und wurden so lange fortgesetzt, bis der höchste Grundwasserstand, dessen Kenntniss für bautechnische Zwecke besonders wichtig ist, erreicht worden war.

Ergebnisse der Untersuchung.

1. Geologisches Verhalten des Bodens.

Dasselbe ergiebt sich aus den am Ende dieses Abschnittes wiedergegebenen Bohrprotocollen und den daraus abgeleiteten Zusammenstellungen (siehe Anhang I, Verzeichniss B: Bohrprotocolle und Korngrösse).

Neben dem Protocolle sind auf einem Maassstab in der üblichen Weise die einzelnen Bodenschichten nach ihrer Mächtigkeit und Aufeinanderfolge verzeichnet.

Da die jungalluvialen Bodenschichten neben ihren sonstigen Kennzeichen durch das häufige Vorkommen von Diatomeenschalen (den sog. „Bacillarien") charakterisirt sind, so wurden sämmtliche Bodenproben mikroskopisch auf ihren Gehalt an Diatomeen untersucht und der Befund an dem Maassstabe (durch Kreuze) aufgeführt.

Soweit die Korngrösse zur Beurtheilung der verschiedenen Arten des Thalsandes verwerthet werden konnte, ist dieselbe nach dem Maasstabe, welcher von Orth angegeben ist, bestimmt und unter dem Bohrprotocoll eingetragen. Doch ist zu bemerken, dass bei der Art und Weise, wie im Bereich des Grundwassers mit dem Cylinderbohrer gebohrt werden musste, ein Vermischen der einzelnen Schichten bis etwa auf 1 m Tiefe unvermeidlich war. Die Bewegungen des Bohrers im Wasser bewirken ein Schlemmen der Bodenmassen, wobei gröbere, schwere Theile sich von den feineren abscheiden, tiefer sinken und, wenn sie schliesslich vom Bohrer gefasst werden, den Anschein erwecken, als ob eine gleichmässige Schicht von grobem Sand, Kies u. s. w. getroffen sei, während doch nur die aus höher gelegenen Schichten stammenden und in feinem Sand ein-

gesprengten gröberen Theile, die allmählich zusammen geschlemmt sind, herausbefördert wurden.

In dieser Beziehung war eine Beobachtung am Bohrloch *C* III recht charakteristisch. In einer Tiefe von 6 m brachte der Bohrer aus dem schlammigen Sand einige Knochenstücke heraus. Ebenso zeigten sich bei 6·25 m, bei 6·40 m und 6·80 m Knochenstücke. Alle diese Knochen, welche über eine Tiefe von einem Meter verstreut gefunden wurden, gehörten aber, wie ohne Weiteres zu erkennen war, einem und demselben Schädel eines grösseren Thieres an, da sie sich zu einem Stücke wieder vereinigen liessen. Der Bohrer hatte dies Stück zertrümmert und die einzelnen Fragmente über eine gewisse Tiefe hin verstreut. Auch Bauschutt wurde mehrfach durch die stampfende Bewegung des Bohrers in tiefere Schichten verschlemmt, so dass die Grenze für den „umgewühlten Boden" nur dann, wenn sie sich innerhalb des ausgegrabenen Theiles des Loches befand, als genau zutreffend gelten kann.

Wegen der eben erwähnten Unmöglichkeiten, die von oben nach unten auf einander folgenden Schichten scharf abzugrenzen, ist auf die Korngrösse der verschiedenen Sandarten auch kein allzugrosses Gewicht zu legen.

In der geologischen Deutung der Bodenproben und in dem Entwerfen der Bodenprofile wurden möglichst die von Lossen eingeführten Bezeichnungen und Auffassungen benutzt. So sind zunächst die einzelnen Bohrlöcher einer jeden Linie zugleich mit den ergänzenden Bohrlöchern der Stadtbahn, nachdem sie sämmtlich auf ein gleiches Niveau, nämlich auf das der Nulllinie des Mühlendammpegels (der Spree), gebracht worden waren, in Farben, welche die charakteristischen Bodenschichten andeuten, skizzirt (siehe Profile der Bohrlöcher Taf. IV bis VI).

Zu diesen Skizzen ist noch zu bemerken, dass die grünen und blauen Farben die jungalluvialen, an vegetabilischen und sonstigen organischen Beimengungen reichen Bodenschichten bezeichnen. Es sind dies schlammiger, vegetabilienhaltiger Sand, Torf und Bacillarienerde.

Die braunen und röthlichen Farben bezeichnen die altalluvialen Bodenschichten: den oberen, mittleren und unteren Thalsand. Derselbe besteht aus umgelagerten, durch Abschwemmung von Lehm und in Folge von Auslaugung von Kalk befreiten Diluvialsanden.

Wenn diese Skizzen in die den einzelnen Bohrlöchern zukommenden Entfernungen gebracht und die Grenzen der Bodenschichten durch Linien verbunden werden, dann entstehen die auf Taf. VII gezeichneten Profile, welche einen vollkommenen Einblick in die Gliederung der Bodenschichten auf dem Charité-Grundstücke gewähren.

Es fällt sofort die grosse Aehnlichkeit zwischen den bei dieser Untersuchung erhaltenen Profilen und dem von Lossen gezeichneten Profil auf. Eine vollständige Uebereinstimmung konnte indessen schon deswegen nicht erwartet werden, weil Lossen's Profil das Grundstück in der Richtung von Norden nach Süden durchschneidet, während unsere Profile die Richtung von Ost-Nord-Ost nach West-Süd-West haben.

In einem wichtigen Punkte bestätigen sie die Lossen'schen Angaben vollkommen, nämlich darin, dass das Grundstück der Charité fast in seiner ganzen Länge, entsprechend dem zugeschütteten „Schönhauser Graben", von einer tiefen und breiten Stromrinne durchzogen ist, welche im Laufe der Zeit mit Schlamm, Sand, Torf, den jungalluvialen Formationen, gefüllt wurde. Die Ablagerung dieser Schichten hat auf der untersuchten Strecke ziemlich gleichmässig stattgefunden, so dass in jedem Bohrloche, welches in der Stromrinne steht, fast dieselben Verhältnisse wiederkehren. Eine Schicht von Torf, welche wegen ihres dichten Gefüges vom Bohrer nicht mit anderen Schichten durch einander geworfen wurde, kann dabei als Richtschnur dienen. Sie fehlte an keiner Stelle und bezeichnete ganz scharf die seitliche Begrenzung der Rinne. Ueberlagert war dieselbe von einer Lage schlammigen Sandes, welcher nur in den tieferen Schichten Diatomeen enthielt. Unter dem Torf fand sich regelmässig eine Lage von Bacillarienerde, welche in frischem Zustande grau bis schwarz gefärbt war und die Consistenz von Lehm hatte, so dass man sie ohne mikroskopische Untersuchung für Lehm hätte halten können. Dieselbe bestand zum grössten Theil aus Diatomeen und zwar nur aus den Schalen der abgestorbenen Pflanzen. Lebende Exemplare, wie Ehrenberg sie gesehen hat, wurden nicht darin gefunden. Sie war stets mehr oder weniger kalkhaltig (bis zu 25 Procent). Vivianit (Ferrophosphat), welcher unter ähnlichen Verhältnissen in der Bacillarienerde des Berliner Bodens öfters angetroffen worden ist, wurde dagegen nicht gefunden. Unter der Bacillarienerde folgte wieder schlammiger Sand, welcher immer ziemlich reich an Diatomeen war und stellenweise kleinere Lager von Bacillarienerde enthielt.

In Bezug auf Gestaltung und Tiefe der Stromrinne hat sich Folgendes ergeben. Dieselbe verläuft in gerader Richtung und hat durchweg eine gleichmässige Breite von fast 100 m. Ausbuchtungen und Abzweigungen wurden nicht gefunden. Namentlich existirt an der Stelle, wo in früheren Zeiten vor der „alten Charité" ein Sumpf oder Teich gewesen sein soll, kein schlammiger Untergrund. Auch seitwärts, isolirt von der Stromrinne gelegene Sumpfbildungen sind nicht vorhanden. Die Tiefe der Rinne ist eine beträchtliche; sie erreicht stellenweise 20 m. Es müssen also bedeutende Wassermassen gewesen sein, welche einen so tiefen Stromlauf

ausgewaschen haben. Die Ufer sind ziemlich steil, und schon wenige Meter vom Rande der Rinne entfernt stehen die Bohrlöcher tief in festem Sand, welcher den gesammten übrigen Theil des Grundstückes einnimmt.

Bezüglich der Bodengestaltung ausserhalb der Stromrinne stimmen unsere Ergebnisse nur noch theilweise mit denen Lossen's überein. Zunächst kommen Sumpfbildungen, wie Bacillarienerde, welche Lossen auf dem südlichen Theile des Grundstückes annimmt, nicht vor.

Die gesammte Oberfläche wird, abgesehen von dem „umgewühlten Boden", von feinkörnigem gelben Sand gebildet, der in seinen Eigenschaften mit dem „Dünensand" übereinstimmt und als solcher zu deuten ist. Unter dem Dünensand, welcher nur eine geringe Mächtigkeit hat, folgt der „Thalsand". Nach Lossen sind der „obere" und der „untere Thalsand" hier nur schwach entwickelt, der „mittlere" dagegen ziemlich mächtig. Nach unseren Untersuchungen, die sich allerdings nur auf die, wie früher bemerkt, in diesem Falle nicht ganz zuverlässige Verwerthung der Korngrösse stützen, sind alle drei Abtheilungen des Thalsandes ziemlich gleichmässig entwickelt. Auf diese Differenz kommt aber für den vorliegenden Zweck nichts an, da weder bautechnisch noch hygienisch ein Unterschied in den geologisch zu trennenden Schichten besteht.

In einigen Bohrlöchern (*C* X, *C* XI) wurde in der Tiefe „lehmiger Sand" gefunden, was vielleicht darauf schliessen lässt, dass an dieser Stelle der diluviale Thalboden erreicht ist. Allerdings spricht der geringe Kalkgehalt der betreffenden Bodenproben dagegen, dass sie bereits dem Diluvium angehören; doch könnte der Kalk in dieser obersten Schicht des letzteren, wie das auch sonst vorkommt, bereits ausgelaugt sein. Sollte es sich hier wirklich um eine diluviale Bodenschicht handeln, dann würde dieser Befund recht gut damit in Einklang zu bringen sein, dass an der Invalidenstrasse (Bohrloch IX Taf. III) das Diluvium erbohrt ist und Lossen auf Grund dieser Beobachtung eine in der Richtung der Sattellinie (Taf. II) verlaufende diluviale Untiefe annimmt. Letztere würde sich dann nur weiter nach Südosten, der Sattellinie folgend, erstrecken, als auf der Lossen'schen Karte angegeben ist.

Im Allgemeinen ist demnach die Bodenformation auf dem Charité-Grundstück eine sehr einfache und übersichtliche. An der westlichen Seite des Grundstückes befindet sich ein etwa 100 m breiter Streifen von schlammigem Sumpfboden; der gesammte übrige Boden wird dagegen von festem Sand gebildet, welcher wahrscheinlich in geringer Tiefe dem Diluvium aufliegt.

Dabei ist noch besonders darauf hinzuweisen, dass die Grenze, welche die Stromrinne von dem guten Baugrund scheidet, nicht mit der Baufluchtlinie der „alten Charité" (Linie *MN* auf Taf. I) zusammenfällt,

sondern sich von der nordwestlichen Ecke der „neuen Charité“ bis zur westlichen Ecke des Gebäude-Dreiecks an der Schumannstrasse hinzieht. Es würde demnach bei einer Bebauung des Grundstückes ein nicht unerheblicher Theil desselben über die jetzige Baufluchtlinie hinaus verwendet werden können.

2. Chemisches Verhalten des Bodens.

Die chemische Untersuchung des Bodens fand in der üblichen Weise statt, indem zunächst der Boden an und für sich analysirt und ausserdem noch die in Wasser löslichen Bestandtheile desselben gesondert ermittelt wurden.

Chemische Untersuchun

Tabelle

Tiefe m	Aeussere Beschaffenheit	Wasser-gehalt Procent	Trocken-substanz Procent	In Procenten der Trockensubstan Glüh-verlust	Gesammt-Stickstoff	Kalk
0·30	Bauschutt und graubraune Massen (Kalkpartikelchen möglichst ausgelesen)	10·30	89·70	2·08	0·052	1·12
1·50	Feiner gelber Sand, sich wenig feucht anfühlend (Kalkpartikelchen möglichst ausgelesen)	15·41	84·59	0·35	0·007	0·57
3·50	Mit Wasser gebohrt. Grauschwarze Masse, mit viel Sand vermengt	—	—	0·39	0·016	0·38
5·67	Ziemlich fester Torf	—	—	53·58	1·04	3·14
7·20	Hellgraue, schlammige Masse, m. HCl brausend	—	—	22·42	0·73	20·16
7·55	Wie bei 7·20	—	—	12·73	0·58	24·32
7·70	Schlammige Masse, dunkler wie vorhin	—	—	17·92	0·70	20·91
10·15	Ganz dunkle schlammige Masse	—	—	18·32	0·48	19·63

Für die Bestimmung der organischen Bestandtheile im Boden fehlt es noch an einer befriedigenden Methode; es muss dafür der beim Glühen sich ergebende Verlust als Anhaltspunkt dienen, obwohl derselbe nicht allein durch das Verjagen der organischen Substanzen, sondern theilweise auch durch Zersetzung und Verflüchtigung anorganischer Bestandtheile des Bodens bedingt wird. Es erschien daher nicht unwichtig, noch einen besonderen Antheil der organischen Substanz, und zwar den für die hygienische Beurtheilung besonders wichtigen, nämlich den Stickstoff, zu bestimmen, was mit Hülfe des Kjeldahl'schen Verfahrens geschehen ist.[1] Die Bestimmung der übrigen Bestandtheile geschah nach den bei der Bodenanalyse üblichen Methoden.

Bodens.

rloch *C* I.

m bei 100° getrockneter Boden mit 1 L. dest. Wasser ndelt; die Lösung enthält Milligramme im Liter.

Glüh-verlust	Kalk	Chlor	Ammoniak	salpetrige Säure	Salpetersäure	Oxydirbarkeit[2]	Bemerkungen
42·0	67·8	5·5	0·15	Spur	Spur	32·1	0·30 m Braune Asche, braust etwas mit Salzsäure.
							1·50 „ Desgleichen.
10·0	Spur	3·5	Spur	0	0	1·8	3·50 „ Nach dem Glühen braun; braust etwas mit Salzsäure.
							5·67 „ Graubraune Asche; braust m. Salzsäure unter schwacher Schwefelwasserstoff-Entwickelung.
98·0	42·0	7·1	0·4	mässig	0	28·5	7·20 „ Entwickelt beim Glühen Geruch nach angebranntem Torf, nach dem Glühen beim Uebergiessen mit Oxalsäure Kohlensäure und H_2S. Der Glührückstand sieht weissgrau aus, braust stark mit HCl.
530·5	140·5	10·1	21·3	Spur	1·5	180·2	7·55 „ wie bei 7·20 beim Glühen u. beim Befeuchten mit Säuren.
210·0	155·5	10·1	8·2	0	0·7	112·5	7·70 „ wie die vorige Probe.
							10·15 „ Desgleichen.
180·0	143·4	10·1	7·8	0	0·6	120·4	
192·5	130·4	10·1	6·5	0	0·6	110·0	
188·5	110·0	7·1	6·5	0	0·6	118·5	

[1] Proskauer und Zülzer, *diese Zeitschrift.* Bd. VII. S. 219.

[2] In Milligrammen Kaliumpermanganat ausgedrückt.

Tabelle II.

Tiefe m	Aeussere Beschaffenheit	Wassergehalt Procent	Trockensubstanz Procent	In Procenten der Trockensubsta Glühverlust	Gesammt-Stickstoff	Kalk
0·30	Braune, ziemlich feucht sich anfühlende Masse	10·42	89·58	2·36	0·042	1·27
0·75	Desgleichen sehr feucht	19·16	80·84	1·00 schwärzt sich beim Glühen stark	0·021	1·28
5·00—5·20	Mit Wasser gebohrt. Schwarze schlammige Masse, die mit HCl stark braust und sich darin zum Theil löst.	—	—	4·45	0·12	1·81
5·60—5·75	Mit Wasser gebohrt. Schwarzgraue Masse, noch untermischt mit dem Vorigen	—	—	1·28	0·033	1·35
6·30	Mit Wasser gebohrt. Ziemlich fester zusammenhängender Torf	—	—	50·66	1·24	4·34
7·70	Mit Wasser gebohrt. Graue schlammige Masse	—	—	17·09	0·61	7·41
8·50	Mit Wasser gebohrt. Desgleichen, nur dunkelbraun	—	—	18·37	0·61	10·5
14·90	Mit Wasser gebohrt. Desgleichen, blauschwarz	—	—	24·98	0·39	11·8

Tabelle III

0·30	Graue sandige Masse mit etwas Kalktheilchen gemengt	10·40	89·60	2·51	0·053	2·1
1·15	Etwas dunkler wie 0·30 m, zieml. feucht (riecht schlecht)	14·52	85·48	1·4	0·31	1·2
4·75	Torf.	—	—	49·88	0·96	4·5
6·60—6·80	Mit Wasser gebohrt. Grauschwarze schlammige Masse, einzelne Muschelreste (mit HCl brausend)	—	—	18·51	0·48	6·2
12·75	Mit Wasser gebohrt. Grauschwarze stark sandige Masse, braust mit HCl; einzelne Muschelreste	—	—	7·89	0·21	5·3
14·50	Mit Wasser gebohrt. Schärferer Sand, noch m. d. schwarzen Massen durchs.; braust m. HCl schwächer wie d. vorige	—	—	1·4	0·08	1·1

ohrloch *C* II.

rm bei 100° getrockneter Boden mit 1 L. dest. Wasser andelt; die Lösung enthält Milligramme im Liter.

	Glühverlust	Kalk	Chlor	NH_3	N_2O_3	N_2O_5	Oxydirbarkeit	Bemerkungen
0	3·0	150·0	5·5	0·25	Spur	Spur	29·8	30 cm nach dem Glühen braun.
								0·75 m Desgleichen.
0	39·0	42·0	3·5	0·25	Spur	Spur	25·0	5·0 „ riecht beim Glühen nach verbrennendem Torf; nach dem Glühen braun.
0	100·0	110·0	7·0	2·15	mässig	fehlt	32·6	5·60 „ grauer Sand im Glührückst.
								6·30 „ braune Asche. Dieselbe braust beim Uebergiessen mit HCl.
0	58·0	78·0	3·5	0·25	Spur	0·2	88·5	7·70 „ beim Glühen schwacher Geruch nach verbrennendem Torf. Glimmt weiter. Nach dem Glühen hellgrau, braust beim Befeuchten mit Oxalsäure, desgl. beim Aufnehmen mit HCl.
0	428·0	121·5	7·5	15·4	Spur	0	164·2	
0	179·0	112·0	8·5	4·5	Spur	0	88·5	8·50 „ wie bei 7·70, entwickelt mit Oxalsäure befeuchtet H_2S; viel Eisen. Braust mit HCl stark.
0	278·0	122·0	11·0	3·2	Spur	0	92·5	
0	432·8	112·0	8·0	2·9	Spur	0	160·2	14·90 „ Wird beim Glühen braun. Braust beim Befeuchten mit Oxalsäure fast gar nicht. Beim Eindampfen mit Oxalsäure grüne Eisenoxydulsalzschicht, die beim Glühen braun wird. Glührückstand braust stark mit HCl. Meist Fe_2O_3.

ohrloch *C* III.

0	Spur	40·1	7·2	0·2	Spur	Spur	13·8
0	52·0	41·4	5·1	0·2	Spur	Spur	20·4
0	430·5	152·4	10·1	11·2	Spur	0·8	180·9
0	260·5	160·2	7·1	5·0	0	0·6	62·5
5	40·0	112·5	5·1	1·4	0	Spur	24·8
5	30·0	64·8	3·5	0·8	0	Spur	17·9

Tabelle IV.

Tiefe m	Aeussere Beschaffenheit	Wassergehalt Procent	Trockensubstanz Procent	In Procenten der Trockensubsta		
				Glühverlust	Gesammt-Stickstoff.	Kalk
0·40	Sandige Masse, etwas Bauschutt	8·76	91·24	0·27	0·08	2·3
1·20	Hellgraue, sandige Masse; einzelne Körnchen, die mit HCl brausen	16·82	83·18	1·5	0·06	1·9
2·35	Feiner weisser Sand	18·48	81·52	0·17	0·15	0·98
3·55	Mit Sand gemischter, lockerer Torf	—	—	30·45	0·90	2·08
5·40	Sandige, dunkle Masse (schlammiger Sand), braust mit HCl	—	—	10·83	0·38	2·14
6·75	Dunkelgraue, feinsandige Masse mit schwarz. Partikelchen	—	—	8·70	0·29	1·01
7·75	Weisser Sand mit Muschelfragmenten	—	—	2·34	0·12	0·87

Mit Wasser gebohrt.

5·40 bis 7·75 entwickeln beim Glühen Torfgeruch.

Tabelle V.

0·30	Braunschwarze Masse, wenig feucht sich befühlend, Humus	10·94	90·06	3·39	0·144	9·33
1·25	Grauschwarze, sandige Masse, wenig feucht sich anfühlend	10·69	89·31	1·96	0·089	11·26
2·25	Grauer Sand, sich feucht anfühlend	16·16	83·84	0·15	0·0015	0·78
2·50	Gelbliche, sandige Masse, sich feucht anfühlend.	18·18	81·82	0·97	0·047	0·93
2·60	Sand und Torf, feucht	52·95	47·05	23·63	0·87	4·33
4·0[1]	Dunkelgrauer Sand mit Torfpartikelchen	—	—	0·59	0·037	1·8
5·0[2]	Mittlerer Sand	—	—	0·79	0·26	3·3
6·0[3]	Gröberer Sand	—	—	0·49	0·028	4·3

Mit Wasser gebohrt.

[1] Bei 4 m. Beim Umrühren Geruch nach H_2S.
[2] Bei 5 m. Beim Umrühren Geruch nach H_2S.

hrloch *C* IV.

100 grm bei 100° getrockneter Boden mit 1 Liter dest. Wasser behandelt die Lösung enthält Milligramme im Liter.

tand	Glüh-verlust	Kalk	Chlor	NH_3	N_2O_3	N_2O_5	Oxydirbar-keit
·8	40·0	52·1	10·1	Spur	0	Spur	38·5
·0	58·0	41·2	7·1	Spur	0	Spur	12·1
·0	32·0	28·5	5·2	Spur	0	Spur	9·1
·0	230·0	120·0	12·2	1·9	Spur	0·5	48·7
·0	88·4	52·5	7·1	0·7	Spur	Spur	21·5
·0	68·4	42·8	10·1	0·3	Spur	Spur	18·2
·0	59·8	Spur	5·2	0·5	0	Spur	12·1

ohrloch *C* V.

3·0	97·0	Spur	14·2	Spur	0	Spur	41·04
2·0	43·0	Spur	3·5	Spur	0	Spur	23·8
8·0	45·0	Spur	3·5	0·2	0	0	10·8
8·0	66·0	Spur	5·25	0·2	Spur	0	9·4
4·0	125·0	Spur	7·1	0·2	Spur	Spur	41·86
2·0	12·0	Spur	3·5	0·2	0	0	12·4
3·0	29·0	Spur	7·1	0·5	0	0	11·07
3·0	40·0	Spur	3·5	0·5	0	0	7·6

[3] Bei 6 m. Einzelne Stücke, die mit HCl brausen, wahrscheinlich beim Bohren abgeschlemmter Kalk.

Tabelle VI

Tiefe m	Aeussere Beschaffenheit.	Wassergehalt Procent	Trockensubstanz Procent	In Procenten der Trockensubst Glühverlust	Gesammt-Stickstoff	Kalk
0·27	Humus. Schwarzgraue Masse, sich trocken anfühlend. Dumpfer Geruch. Mörtelpartikelchen. Braust mit HCl stark	8·56	91·44	3·55	0·12	10·8
1·0	Schutt m. Sand gemengt Graue Masse mit Mörtelpartikelchen. Dumpfer Geruch. Braust mit HCl stark	2·60	97·40	0·54	0·065	7·3
2·10	Grauer feiner Sand, sich trocken anfühlend. Braust mit HCl nicht	3·45	96·55	0·12	0·02	4·3
2·81	Gelber mittlerer Sand, trocken. Braust mit HCl nicht	2·37	97·63	0·11	0·02	3·5
4·45	Mit Wasser gebohrt. Grober Sand vermischt mit Grand: Einige mit HCl aufbrausend. Partikelchen	—	—	0·16	0·04	3·1
5·50	Mit Wasser gebohrt. Grober Sand vermischt mit Grand: Grau. Einige mit HCl brausende Partikelchen	—	—	0·21	0·03	2·(
6·0	Mit Wasser gebohrt. Grober Sand vermischt mit Grand: Einige m. HCl brausende Partikelchen	—	—	0·41	0·03	2·

Tabelle VI

0·5	Mit Bauschutt gem. Sand	1·86	98·14	0·41	0·11	6·
1·0	Desgleichen	1·98	98·02	0·54	0·08	8·
2·0	Bräunliche mit Sand und Kalk gemischte Masse	2·43	97·57	0·31	0·06	5·
3·60—3·70	Mit Wasser gebohrt: Scharfer weisser Sand	—	—	0·50	0·08	3·
5·0	Mit Wasser gebohrt: Desgleichen	—	—	0·21	0·02	2·
5·90	Mit Wasser gebohrt: Grober Sand mit Geschieben	—	—	0·19	0·006	1·

Tabelle VI

0·20—0·30	Graubrauner Sand m. humösen Massen vermengt	8·35	91·65	10·53	0·083	3·
1·25	Feiner gelblicher Sand	2·66	97·34	0·15	0·021	1
2·30	Desgleichen	1·37	98·63	1·41	0·0048	1
2·95	Desgleichen	6·00	94·00	0·23	0·012	1
3·50	Mit Wasser gebohrt: Braungelber mittl. Sand	—	—	0·45	0·011	1
4·50	Mit Wasser gebohrt: GröbererSand m. Grand	—	—	0·19	0·0064	1
6·0	Mit Wasser gebohrt: Wie vorhin m. schwarzen Partikeln (Kohle?)	—	—	0·27	0·0072	2

ohrloch *C* VII.

100 grm bei 100° getrockneter Boden mit 1 Liter dest. Wasser behandelt; die Lösung enthält Milligramme im Liter.

kstand	Glüh-verlust	Kalk	Chlor	NH_3	N_2O_3	N_2O_5	Oxydirbar-keit
1·0	88·0	Spur	10·65	0·05	0	Spur	38·2
0·0	52·0	Spur	7·1	0·05	0	Spur	20·5
1·0	39·0	Spur	5·25	0·075	0	Spur	9·8
9·0	43·0	Spur	3·5	0·075	0	Spur	10·4
3·0	50·0	Spur	5·25	0·05	0	Spur	9·8
8·0	48·0	Spur	5·25	0·05	0	Spur	8·6
5·0	46·0	Spur	5·25	0·05	0	Spur	7·4
Bohrloch *C* VIII.							
4·5	81·0	Spur	7·2	0·05	Spur	Spur	48·2
8·0	60·0	Spur	7·2	0·02	0	Spur	25·8
8·5	35·5	Spur	5·2	Spur	0	Spur	11·2
3·5	40·2	Spur	5·2	Spur	0	0	9·1
8·5	Spur	Spur	7·2	Spur	0	0	3·5
5·0	19·5	Spur	3·5	Spur	0	0	5·8
Bohrloch *C* IX.							
9·0	Glühverluste waren in den wässrigen Bodenauszügen sehr gering.	Spur	7·1	0·15	0	Spur	18·4
1·0		Spur	5·25	Spur	0	Spur	9·2
9·0		Spur	3·55	Spur	0	Spur	8·8
4·5		Spur	3·55	Spur	0	Spur	9·2
2·5		Spur	5·25	Spur	0	Spur	11·3
8·4		Spur	5·25	Spur	0	Spur	10·9
1·5		Spur	5·25	Spur	0	Spur	11·4

Tabelle IX.

Tiefe m	Aeussere Beschaffenheit	Wassergehalt Procent	Trockensubstanz Procent	In Procenten der Trockensubstanz: Glühverlust	Gesammt-Stickstoff	Kalk
0·20	Dunkle, humusartig riechende Masse.	7·75	92·25	3·21	0·15	0·84
0·50	Etwas hellere, mit wenig Bauschutt gemengte Masse.	3·61	96·39	2·04	0·05	0·49
1·25	Feiner, grauer Sand, trocken sich anfühlend.	4·51	95·49	0·053	Spur	Spur
2·95	Feiner weisser Sand, trocken sich anfühlend.	4·16	95·84	0·060	Spur	Spur
3·30	Mittlerer Sand mit feinerem gemengt; sehr feucht.	15·90	84·10	0·08	Spur	Spur
5·50	Mit Wasser gebohrt. Mit etwas Lehm vermischter gröberer Sand	—	—	0·19	0·02	0·09
7·10	Mit Wasser gebohrt. Mit Grand vermischter gröberer Sand.	—	—	0·17	0·02	0·05

Tabelle X.

0·5	Aufgeschütteter Boden. Braune, humusart. Substanz.	8·95	91·05	3·51	0·18	0·78
1·50	Feiner gelber, etwas feuchter Sand.	18·3	81·7	0·55	0·05	0·23
2·60	Mittlerer hellgelber Sand.	7·8	92·2	0·06	0·01	0·09
3·60	Mit Wasser gebohrt. Gröberer gelber Sand.	—	—	0·08	0·008	0·07
6·0	Mit Wasser gebohrt. Desgl.	—	—	0·02	0·009	0·09

Ein Vergleich der vorstehenden Analysen lässt sofort eine vollständige Uebereinstimmung des chemischen Verhaltens mit der geologischen Beschaffenheit des Bodens erkennen.

Nur die oberste aus „umgewühltem Boden“ bestehende Schicht zeigt bei allen untersuchten Bohrlöchern einen verhältnissmässig hohen Glühverlust und einen nicht unbedeutenden Gehalt an Stickstoff, woraus auf eine entsprechende Beimengung von organischen Substanzen geschlossen werden kann.

Aber die Bodenproben aus den darunter folgenden Schichten weichen bedeutend von einander ab, je nachdem sie aus den Bohrlöchern in der Stromrinne (*C* I bis *C* V), oder aus denjenigen im Thalsande stammen. Erstere sind durchweg reich an organischer Substanz, insbesondere auch

ohrloch *C* X.

m bei 100° getrockneter Boden mit 1 L. dest. Wasser andelt; die Lösung enthält Milligramme im Liter								Bemerkungen
-d	Glühverlust	Kalk	Chlor	NH_3	N_2O_3	N_2O_5	Oxydirbarkeit	
0	68·5	Spur	7·8	Spur	0	Spur	15·5	Nach dem Glühen verbleibt eine braune, sandige Masse; nach dem Ausziehen mit HCl hinterbleibt feiner grauer Sand.
5	45·5	Spur	5·5	Spur	0	Spur	12·1	Wie bei 0·20 m, braust m. HCl nicht.
2	21·0	Spur	1·7	Spur	0	0	0·8	Desgl.
0	19·0	Spur	1·7	Spur	0	0	0·8	Glührückstand ist weissgrau.
5	20·0	Spur	1·7	Spur	0	Spur	0·8	
0	25·0	Spur	1·7	Spur	0	Spur	1·1	
5	25·0	Spur	1·7	Spur	0	Spur	1·1	

ohrloch *C* XI.

8	82·5	Spur	7·8	0·075	Spur	Spur	25·4	
5	62·5	Spur	5·5	Spur	0	Spur	17·3	Schwärzt sich beim Glühen stark; der Glührückstand ist hellgelb.
8	20·5	Spur	1·7	Spur	0	0	0·9	
5	25·0	Spur	3·5	Spur	0	Spur	1·3	
4	22·0	Spur	3·5	Spur	0	Spur	1·3	

stickstoffhaltiger. Im wässrigen Auszuge derselben erscheinen auch ganz bedeutende Mengen von Ammoniak, und die unter dem Torf lagernden Schichten haben theilweise Schwefelwasserstoffgeruch.

Die dem Thalsande angehörigen Bodenproben dagegen (*C* VII bis *C* XI) zeigen sämmtlich einen sehr geringen Glühverlust und ebenso geringen Stickstoffgehalt und im wässrigen Auszuge auch nur geringe Spuren von Ammoniak, welche bei dem Bohrloch *C* VII eben quantitativ bestimmbar wurden, vermuthlich weil dieses Bohrloch der Stromrinne am nächsten gelegen und von derselben noch etwas beeinflusst wird.

Da der Boden sich in dieser Beziehung gleichmässig verhielt, so wurde auch davon Abstand genommen, die überaus mühsame und zeitraubende chemische Untersuchung auf die Proben aus allen Bohrlöchern

auszudehnen; sie wurde vielmehr auf die Bohrlöcher der Linie *C* beschränkt, welche quer durch die Mitte des Grundstückes gehend gewissermassen als Typus für das Verhalten des Bodens im übrigen Theile des Grundstückes gelten kann.

3. Bacteriologisches Verhalten des Bodens.

Bei der Entnahme der für die bacteriologische Untersuchung bestimmten Bodenproben wurde die grösste Sorgfalt darauf verwendet, dieselben frei von Verunreinigungen zu gewinnen und sie vor nachträglicher Verunreinigung zu schützen. Zu diesem Zwecke wurden, schon während des Auswerfens der Grube oder unmittelbar nachdem die Grube gegraben war, von den Seitenwänden derselben mit sterilisirten Instrumenten unberührte Theile des Bodens in sterilisirte Gefässe gebracht, so schnell als irgend möglich mit verflüssigter Nährgelatine gemischt und weiter behandelt.

Auf die Befolgung dieser Vorsichtsmassregeln, welche früher gewöhnlich vernachlässigt ist, muss besonders Gewicht gelegt werden, weil schon im blosgelegten Boden und noch mehr in den aus dem Boden entnommenen Erdproben sehr schnell eine kaum glaubliche Vermehrung der Mikroorganismen eintritt. Für die Entnahme der Proben aus den tieferen Schichten diente der früher erwähnte Fränkel'sche Bohrer.

Die erhaltenen Resultate finden sich in den nachstehenden Tabellen XI bis XIII zusammengestellt.

Anzahl der entwickelungsfähigen Keime von Mikroorganismen in 1 ccm Boden.

Tabelle XI.

Bezeichnung des Bohrloches	Tiefe, aus der die Probe stammt:			
	1·5 m	2 m	2·5 m	3 m
A II	unzählige Colon.	520	120	96
A IV	930	30	116	24
A V	980	56 (hauptsächlich der wurzelförm. Bacillus)	1	0
A VII	—	3	2	2
B IV	—	13	—	4
B V	126	46	12	15
B VI	180	210	4	0
B VII	56	14	—	—
B IX	—	12	9	7
B XI	0	0	0	—

Tabelle XII.

Bezeichnung des Bohrloches	Tiefe, aus der die Probe stammt:								
	Oberfläche	0·5 m	1 m	1·5 m	2 m	2·5 m	3 m	3·5 m	4 m
C I	unzählige	1000	600	500	300	—	100	—	—
C II	„	unzähl.	unzähl.	—	—	—	—	—	—
C III	„	„	„	—	—	—	—	—	—
C IV	„	„	1000	2200	2	0	0	—	1
C V	„	„	1900	420	40	3	0	2	—
C VII	„	„	140	12[1]	3	0	2	0	4
C VIII	„	„	1200	14	2[1]	0	0	0	—
C IX	„	920	96[1]	103	16	0	2	2	3
C X	„	—	14	12[1]	0	3	0	—	—
C XI	—	—	14	10	7	0	—	—	—

Tabelle XIII.

Bezeichnung des Bohrloches	Tiefe, aus der die Probe stammt:		
	2 m	2·5 m	3 m
D II	—	60	72
D IV	unzählige	780	700
D VI	480	28	40
D VIII	18	0	0
D X	1	0	0
E III	0	2	0
E V	2	8	1
E VII	0	1	0
F I	0	0	0
F II	0	0	0

Auch die bacteriologische Untersuchung hat ganz gleichmässige Resultate geliefert, allerdings in einer anderen Richtung, wie die geologische und chemische. Letztere hatten einen tiefgreifenden Unterschied gezeigt zwischen dem Boden der Stromrinne und dem Boden, welcher durch Thalsand gebildet wird. Bacteriologisch tritt in dieser Beziehung kein Unterschied hervor. Dagegen hat sich in Uebereinstimmung mit früheren Beobachtungen eine grosse Verschiedenheit herausgestellt zwischen dem „umgewühlten", grösstentheils aus Bauschutt bestehenden Boden und zwischen dem in „natürlicher Lagerung" befindlichen, dem sogenannten

[1] Diese Proben enthielten den „braunen Schimmelpilz", welcher zuerst von Hesse bei Gelegenheit bacteriologischer Luftuntersuchungen gefunden wurde, in seinen Gelatineculturen einen braunen Farbstoff erzeugt, häufig selbst in grösseren Bodentiefen noch vorkommt und vielleicht identisch ist mit Cladothrix dichotoma.

„gewachsenen" Boden, wobei es ganz gleichgültig ist, ob der letztere aus Thalsand besteht, welcher arm an organischen Stoffen ist, oder aus schlammigem Sand, Torf u. s. w. mit grossen Mengen zersetzungsfähiger Substanzen.

Auch in Bezug auf diese Untersuchung ist die Linie C möglichst eingehend berücksichtigt. Nachdem sich dann bei sämmtlichen Bohrlöchern dieser Linie, wie auch wohl nicht anders zu erwarten war, gezeigt hatte, dass die oberflächlichsten Schichten des Bodens sehr reich an Keimen sind, wurden bei den Bohrlöchern der übrigen Linien nur Proben aus einer Tiefe von 1·5 bis 2 m und darunter untersucht. Dieselben erwiesen sich, wenn sie dem „gewachsenen" Boden angehörten, schon in verhältnissmässig geringer Tiefe (in der Linie C sogar bis zu 1 m Tiefe) sehr arm an Keimen, so dass sich die Anzahl der gefundenen Bacteriencolonieen kaum über die Grenze der unvermeidlichen Versuchsfehler erhob, oder sie waren selbst vollständig frei von entwickelungsfähigen Mikroorganismen. Im Bereiche des aus Bauschutt bestehenden Bodens dagegen nahm die Zahl der Keime zwar auch schon in einer Tiefe von 1·5 bis 2 m ganz erheblich ab, hielt sich aber doch gewöhnlich noch weit über 100 im Cubikcentimeter und fiel erst mit dem Uebergang in den „gewachsenen" Boden sofort auf ein Minimum.

4. Stand und Bewegung des Grundwassers.

Die Grundwassermessungen sind aus den beiden am Schlusse dieses Capitels beigefügten Verzeichnissen (Anhang I) zu ersehen, von denen das eine *C* die Grundwasserstände über dem Nullpunkt des Dammmühlenpegels, das zweite *D* von der Bodenoberfläche aus gemessen, enthält. Zum Vergleiche sind in die erstere Tabelle auch die Messungen des Grundwasserstandes im Standrohr vor dem Invalidenpark, als der nächstgelegenen städtischen Beobachtungsstation, und des Spreewasserstandes (Unterwasser) nach den Angaben des Communalblattes der Stadt Berlin aufgenommen.

Im September und Anfang October hatte das Grundwasser seinen niedrigsten Stand erreicht. Nimmt man den 12. September 1888 als den Tag mit niedrigstem Grundwasserstande an, (welcher nur Anfang October noch einmal vorübergehend übertroffen wurde), dann zeigt sich in der Richtung der Linie *C*, welche die beiden Hauptbodenformationen senkrecht durchschneidet, eine auffallende Abweichung im Stande des Grundwassers (vgl. den auf Taf. VII für das Profil der Linie *C* eingetragenen Grundwasserstand für den 12. September 1888). Die im Thalsande stehenden Bohrlöcher haben übereinstimmend mit den beiden Kesselbrunnen

(I und II) und mit der Station vor dem Invalidenpark das Grundwasser in einer Höhe von 0·60 bis 0·62 m über dem Nullpunkt des Dammmühlenpegels. (Nur das Bohrloch *C* IV, in welchem im Juli und August 1888 noch nahezu derselbe Grundwasserstand, wie in den gleichzeitig beobachteten Bohrlöchern und Brunnen, gemessen war, wich davon ab; es hatte dies jedoch darin seinen Grund, dass aus Unfug Sand und Steine in das Rohr geworfen waren und dass beim Entfernen derselben der Stand des Rohres sich geändert hatte. Die Angaben bezüglich dieses Rohres können daher nicht verwerthet werden.)

Einen bedeutend höheren und auch unter einander nicht übereinstimmenden Grundwasserstand haben dagegen die in der Stromrinne stehenden Bohrlöcher *C* I und II; in ersterem ist derselbe mit 2·08, in letzterem mit 1·16 m um ca. 1·40 bezw. 0.50 m höher, als in den übrigen Bohrlöchern derselben Linie. Eine Differenz, welche trotz der geringen Entfernung so bedeutend ist, kann nur durch wesentliche Verschiedenheiten des Untergrundes bedingt sein; solche Unterschiede sind aber durch die geologische Untersuchung nachgewiesen. Die Bohrlöcher mit tiefem Grundwasserstand befinden sich in gleichmässig durchlässigem Boden, die Bohrlöcher mit hohem Grundwasserstand stehen dagegen im schlammigen, torfigen Boden, welcher mehr oder weniger undurchlässig für das von oben her eindringende Meteorwasser ist und isolirte Ansammlungen desselben zu Stande kommen lässt. Die Stromrinne bildet gewissermassen einen langgezogenen unterirdischen Sumpf, der in seinen Wasserverhältnissen unabhängig von dem benachbarten Boden bleibt, von welchem er durch undurchlässige Schichten abgeschlossen ist.

Damit steht auch keineswegs in Widerspruch, dass das Bohrloch *C* III, obwohl dasselbe sich noch im Bereich der Stromrinne befindet, dennoch mit den im Thalsande stehenden Bohrlöchern übereinstimmend niedrigen Grundwasserstand hat; denn dieses Bohrloch durchsetzt die Schichten der Stromrinne und liegt mit seinem unteren Ende im Thalsande. Es communicirt also mit dem im Thalsande sich bewegenden Grundwasser und muss mithin auch einen dementsprechenden Grundwasserstand haben.

Die übrigen in der Stromrinne befindlichen und mit Standröhren versehenen Bohrlöcher zeigen ein ähnliches Verhalten wie *C* I und *C* II; so hat *A* II einen etwa um 0·1 m und *D* II einen um 0·9 m höheren Stand des Grundwassers. Dieses eigenthümliche Verhalten des Grundwassers im Bereiche der Stromrinne hat sich während der Beobachtungszeit constant erhalten, und es ist deswegen wohl anzunehmen, dass es sich nicht um eine zufällige und vorübergehende, sondern um eine dauernde Erscheinung handelt.

Was nun die Grenzen anbetrifft, innerhalb welcher sich das Steigen und Fallen des Grundwassers hält, so geben unsere Messungen in Verbindung mit den in dem Werke: *Reinigung und Entwässerung Berlins*, Hft. V, aufgeführten Beobachtungen über die Grundwasserbewegungen an der Invalidenstrasse (Standrohr IX) dafür folgende Anhaltspunkte. In der Zeit vom October 1869 bis December 1870 war der niedrigste Grundwasserstand im letzterwähnten Standrohre 0·74, der höchste 2.02 m, entsprechend einer Höhendifferenz von 1·28 m (Tab. XI, a. a. O.).

Der Gang, welchen die verticalen Bewegungen des Grundwassers auf dem Charité-Grundstücke gemacht haben, ist auf Taf. XI graphisch verzeichnet, und zwar sind hierzu die Messungen am Kesselbrunnen II gewählt, obwohl dafür ebenso gut auch diejenigen eines der im Thalsande stehenden Bohrlöcher hätten verwerthet werden können, da sie sämmtlich einen bis auf unbedeutende Abweichungen übereinstimmenden Gang gezeigt haben.

Bis zum 28. December 1888 ist das Grundwasser um 0.28 m gestiegen, dann aber in Folge des anhaltenden Frostwetters gesunken; vom März 1889 an stieg dasselbe in raschem Tempo und erreichte am 20. April seinen höchsten Stand, nämlich 1·92 m über dem Nullpunkt des Dammmühlenpegels. Demgemäss beträgt die Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Grundwasserstand (1.92—0.59) = 1·33 m.

Der Abstand, in welchem sich das Grundwasser von der Bodenoberfläche befindet, ist aus der zweiten Grundwassertabelle (Anhang I, Verzeichniss *D*) zu ersehen. Das Grundwasser näherte sich darnach in dem als guter Baugrund bezeichneten Theile des Grundstückes der Bodenoberfläche bis auf 2·34 m (am 20. April 1889). Es geht daraus hervor, dass, selbst wenn der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasserstande sogar mit 1·5 m (im Jahre 1869/70 betrug er nur 1·28 m, bei unseren Messungen 1888/89 1·33 m) angenommen wird, das Grundwasser auf dem Thalsandboden immer noch etwa 2 m von der Oberfläche entfernt bleibt.

In der Stromrinne näherte sich das Grundwasser der Bodenoberfläche bis auf 0·27 m (Bohrloch *C* II am 30. April 1889, Taf. XI), und es ist nicht ausgeschlossen, dass dasselbe noch höher steigen und dann stellenweise sogar die Oberfläche überfluthen kann.

Auf die Bewegung des Grundwassers in horizontaler Richtung kann, da unmittelbare Beobachtungen darüber nur unter ausnahmsweise vorhandenen Bedingungen anzustellen sind, allein aus den Höhendifferenzen des Grundwasserstandes an verschiedenen Punkten bei gleichzeitigen Messungen und aus der Bodenformation geschlossen werden. In der Regel geht die Strömung des Grundwassers in der Richtung nach dem nächsten

Wasserlaufe; man sollte daher erwarten, dass im vorliegenden Falle die Strömung nach der Spree zu gerichtet sei. Das scheint aber nicht der Fall zu sein.

Tabelle XIV A.

Datum	Bohrloch *A* V	Brunnen II	Bohrloch: *C* IX	*D* X	*E* V	*F* II
	m	m	m	m	m	m
7./12. 1889	0·82	0·82	0·80	0·79	0·79	0·79
11./12. „	0·83	0·82	0·81	0·80	0·80	0·80
14./12. „	0·82	0·82	0·81	0·80	0·79	0·80
18./12. „	0·81	0·81	0·79	0·79	0·78	0·78
21./12. „	0·84	0·85	0·82	0·81	0·81	0·81

Vergleicht man nämlich zunächst die gleichzeitig gemessenen Grundwasserstände der in der Längsachse des Grundstückes (Richtung SSO bis NNW) gelegenen Bohrlöcher, wie es in der vorstehenden Tabelle XIV A geschehen ist, dann ergiebt sich eine von der Linie *A* bis zur Linie *F* gehende Abnahme in der Höhe des Grundwasserstandes. Dieselbe beträgt zwar nur etwa 3 cm, aber die Gleichmässigkeit, mit welcher sie sich zu erkennen giebt, schliesst zufällige Einflüsse aus. Es muss sich also dabei um constante Niveauunterschiede handeln, welche das Gefälle des Grundwasserstromes bezeichnen und damit auch die Richtung, in welcher derselbe fliesst.

Geringe Niveaudifferenzen scheinen auch in der senkrecht zur Längsachse gehenden Richtung vorhanden zu sein, wie sich aus einem Vergleich des Grundwasserstandes in den Bohrlöchern der Linie *C* in Tabelle XIV B ergiebt.

Tabelle XIV B.

Datum	Bohrloch *C* III	*C* V	*C* VII	*C* VIII	*C* IX	*C* X	*C* XI
	m	m	m	m	m	m	m
7./12. 1889	0·82	0·81	0·82	0·81	0·80	0·81	0·80
11./12. „	0·83	0·82	0·82	0·82	0·81	0·81	0·81
14./12. „	0·82	0·85	0·82	0·82	0·81	0·82	0·81
18./12. „	0·81	0·83	0·81	0·80	0·79	0·80	0·79
21./12. „	0·84	0·85	0·84	0·83	0·82	0·82	0·82

Die Abnahme des Grundwasserniveaus, d. h. also das Gefälle, geht aber auch hier nicht nach der Spree zu, sondern in entgegengesetzter Richtung. Die beobachteten Grundwasserstände lassen demnach in keiner Weise auf eine dem offenen Wasserlaufe zu gerichtete Strömung des Grundwassers schliessen. Man hat sich dieselbe wahrscheinlich so vorzustellen, dass sie der Bodenformation folgend in der Richtung der Muldenlinie (Taf. II) von SSO nach NNW und parallel mit der alten

Tabelle XV. **Chemische Analyse des Grun**

Bezeichnung des Brunnens bezw. des Bohrloches	Tag der Entnahme	Temperatur bei der Entnahme Grad C.	Milligramme in 1 Li					
			Rückstand	Chlor	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpeter-säure	Eisen-
Bohrloch *A* II	—	—	—	—	—	—	—	-
„ *A* V	24./10. 88.	9	1006·5	62·22	Spur	Spur	38·9	Sp
Brunnen auf dem Hofe der alten Charité (entsprechend der Linie *B*) I	27./6. 88.	11	750·5	60·1	0·18	Spur	14·7	Sp
Brunnen auf dem Hofe der alten Charité (entsprechend der Linie *B*) II	27./6. 88.	11	503·5	32·3	Spur	Spur	11·3	Sp
Brunnen vor dem Stadtbahnbogen Nr. 278 (nahe beim Bohrloch *C* I, welches kein Wasser lieferte.)	11./10. 88.	10	567·0	40·8	Spur	0	Spur	18
Bohrloch *C* II	—	—	—	—	—	—	—	-
„ *C* III	10./8. 88.	10	501·5	35·5	1·8	0	Spur	1
„ *C* IV	10./8. 88.	9	675·0	32·84	8·0	viel	Spur	17
„ *C* V	27./6. 88.	9	1175·5	35·07	15·0	Spur	2·1	18
„ *C* VII	27./6. 88.	9	1072·0	24·28	Spur	Spur	28·1	mä
„ *C* VIII	10./8. 88.	9	473·5	34·6	Spur	Spur	Spur	Sp
„ *C* IX	11./10. 88.	10	586·0	31·9	1·8	0	14·3	Sp
„ *C* X	11./10. 88.	10	828·0	67·4	0·15	mässig	12·8	Sp
„ *C* XI	24./10. 88.	9	411·5	19·5	Spur	Spur	4·5	Sp

ssers vom Grundstücke der Charité.

sser	qualitativ		Oxydirbarkeit = mg. Kaliumpermanganat pro Lit.	Bemerkungen
	Magnesia	Schwefelsäure		
	—	—	—	Lieferte kein Wasser.
8	mässig	viel	32·1	Bei der Entnahme trübe; klärt sich schnell durch Absetzen der suspendirten Bestandtheile.
2	mässig	sehr viel	7·02	Klar, ohne Geruch.
9	mässig		14·3	Klar, ohne Geruch. Auf der Oberfläche des Wassers im Brunnen sieht man ein schillerndes (Bacterien-) Häutchen.
2	mässig	viel	7·2	Klar; beim Stehen Eisenoxydhydratausscheidung, daher Trübung.
	—	—	—	Lieferte kein Wasser.
6	mässig	viel	20·3	Klar; eigenthümlich riechend und schmeckend. (Die Standröhren waren vor der Entnahme mit Carbolsäure desinficirt worden; das Wasser wurde erst entnommen, nachdem ca. 1500 Liter abgepumpt worden waren; mittels chemischer Reagentien war Carbolsäure nicht mehr nachweisbar.) Beim Stehen Bodensatz von Eisenoxydhydrat.
6	„	„	10·2	Bei der Entnahme klar, hatte einen stark eisenartigen Geschmack. Beim Stehen starke Trübung in Folge Abscheidung von Eisenoxydhydrat. Geruch nach Schwefelwasserstoff nicht wahrnehmbar.
4	„	„	23·6	Unmittelbar nach der Entnahme schwach trübe, trübt sich beim Stehen zusehends stärker, nach 24 Stunden hat sich ein grossflockiger Niederschlag von Eisenoxydhydrat gebildet. Das Wasser riecht bei der Entnahme nach Schwefelwasserstoff und schmeckt stark nach Eisen.
8	„	„	17·3	Schwach trübe, änderte sein Aussehen beim Stehen nur wenig, schmeckte sehr schwach nach Eisen; roch nicht nach Schwefelwasserstoff.
4	„	„	14·6	Klar; ohne Geruch und Geschmack. Veränderte sich beim Stehen nicht.
4	„	„	18·8	Opalisirend. (Die Standröhren waren mit Carbolsäure desinficirt worden; das Wasser wurde erst entnommen, nachdem ca. 1500 Liter abgepumpt worden waren; mittels chemischer Reagentien war Carbolsäure nicht mehr nachweisbar). Sehr schwacher, in Salzsäure unlöslicher Bodensatz.
1	„	„	18·1	Trübe, obwohl ca. 800 Liter abgepumpt worden waren, bevor die Entnahme stattfand; geschmacklos. Beim Stehen setzen sich die das Wasser trübenden Bestandtheile zu Boden; der Absatz ist unlöslich in Salzsäure.
19	„	mässig	21·5	Trübe, obwohl ca. 500 Liter vorher abgepumpt waren, ehe entnommen wurde; geruchlos und geschmacklos.

Tabelle XV.

Bezeichnung des Brunnens, bezw. des Bohrloches	Tag der Entnahme	Temperatur bei der Entnahme Grad C.	Milligramme in 1 Lit					
			Rückstand	Chlor	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpeter-säure	Eisen-
Bohrloch *D* II	—	—	—	—	—	—	—	—
„ *D* VI	29./12. 88.	10	856·0	44·37	0·25	0	Spur	1·
„ *D* X	29./12. 88.	8	764·0	24·85	Spur	sehr viel	1·82	Sp
Brunnen an der Kinderbaracke zwischen den Linien *D* und *E* gelegen.	27./6. 88.	10	554·5	28·4	0·18	Spur	1·90	4·
Bohrloch *E* III	2./1. 89.	10	1002·5	44·37	1·25	0	Spur	1·
„ *E* V	2./1. 89.	9	805·0	35·5	Spur	Spur	6·6	mäs
Bohrloch *F* II	2./1. 89.	10	712·0	22·18	Spur	Spur	24·3	mäs

Stromrinne geht. Wäre letztere nicht vorhanden, dann würde der Grundwasserstrom vermuthlich nach der Spree zu seinen Lauf nehmen, aber die bis zu 20 m tiefe Stromrinne legt sich wie ein Damm dazwischen und lenkt den Grundwasserstrom aus seiner natürlichen Richtung ab.

5. Chemisches Verhalten des Grundwassers.

Aus allen mit Standröhren versehenen Bohrlöchern sind, nachdem mindestens 500 Liter Wasser abgepumpt worden waren, Proben vom Grundwasser entnommen und chemisch untersucht. Nur aus denjenigen Röhren, welche die Schichten der Stromrinne nicht vollständig durchsetzen, liess sich kein Wasser auspumpen und es wurde als theilweiser Ersatz dafür Wasser aus dazwischen vorhandenen Brunnen verwerthet. Der eine dieser Brunnen befindet sich neben dem Bohrloch *C* I; er durchsetzt die Stromrinne und erreicht in einer Tiefe von etwa 20 m eine wasserführende Schicht von grobem Sand. Der zweite Brunnen ist neben dem Kinderhospital belegen und geht ebenfalls durch die Schichten der Stromrinne

ortsetzung.)

sser	qualitativ		Oxydirbarkeit = mg. Kaliumpermanganat pro Liter	Bemerkungen
	Magnesia	Schwefelsäure		
	—	—	—	Lieferte kein Wasser.
2	mässig	viel	12·5	Lief beim Abpumpen erst ganz schwarz ab, wurde dann stark opalisirend; als 500 Liter abgepumpt worden waren und das Wasser beim weiteren Abpumpen nicht klarer wurde, geschah die Entnahme. Beim Stehen des Wassers bildete sich ein dunkler, erdiger Bodensatz, der viel Thonerde enthielt.
3	mässig	viel	36·1	Blieb trübe, nachdem 500 Liter abgepumpt worden waren; beim Stehen bildet sich ein brauner lehmiger Niederschlag.
0	Spur	mässig	6·8	Klar bei der Entnahme, beim Stehen Trübung von Eisenoxydhydrat. Eigenthümlicher Vorgeschmack, hinterher Eisengeschmack. Schwefelwasserstoff-Geruch nicht bemerkbar.
0	mässig	viel	19·1	War trübe, selbst nachdem 500 Liter abgepumpt worden waren. Bodensatz enthielt Thonerde.
8	mässig	viel	17·6	Wie bei *E* III.
4	mässig	mässig	18·8	War trübe, selbst nachdem 500 Liter abgepumpt worden waren; beim Stehen bildet sich ein erdiger, dunkler Bodensatz, der viel Thonerde enthielt.

hindurch in die darunter gelegenen Sandschichten. Für die Löcher der Linie *B*, welche sämmtlich ohne Standröhren sind, konnten die beiden mehrfach erwähnten Kesselbrunnen I und II hinter der „alten Charité“ als Ersatz dienen.

Die analytischen Ergebnisse sind in der vorstehenden Tabelle XV aufgeführt.

Obwohl die in dieser Zusammenstellung enthaltenen Angaben so wenig unter einander übereinstimmen, dass sie beim ersten Anblick kaum einen Zusammenhang mit den anderweitigen Resultaten der Untersuchung erkennen lassen, so ist doch bei einer genauen Durchsicht der Zahlen ein solcher herauszufinden.

Zunächst fallen eine Anzahl von Wasserproben dadurch auf, dass sie einen mehr oder weniger hohen Eisengehalt, verbunden mit hohem Ammoniakgehalt und Mangel an Salpetersäure zeigen. Es sind dies die Proben aus den Bohrlöchern *C* III, *C* IV, *C* V, *D* VI, *E* III, aus den Brunnen neben *C* I und neben dem Kinderhospital. Alle diese Wässer stammen aus dem Bereiche der Stromrinne. Der Ammoniakgehalt ist um

so bedeutender, je näher die Schicht, aus welcher das Wasser stammt, unter dem Torf liegt, wie dies namentlich bei den Bohrlöchern *C* IV und *C* V der Fall ist. Da der Torf selbst, wie aus den Analysen der betreffenden Bodenproben hervorgeht, viel Stickstoff und insbesondere Ammoniak enthält, so stammt das Ammoniak in dem darunter sich ansammelnden Grundwasser auch offenbar aus dem Torf und rührt nicht etwa von animalischen Verunreinigungen bedenklicherer Art her. Je tiefer das eisenhaltige Wasser unter dem Torf seinen Ursprung nimmt, um so geringer wird der Ammoniakgehalt und um so mehr nimmt das Wasser die bekannten Eigenschaften des aus dem Berliner Untergrunde durch Tiefbrunnen geförderten Wassers an (z. B. das Wasser des Brunnens *C* I und neben dem Kinderhospital).[1]

Die übrigen Wässer differiren zwar unter sich ziemlich erheblich, verhalten sich aber im Allgemeinen so wie die aus Berliner Flachbrunnen stammenden Wässer. Einige, wie *A* V, die Brunnen I und II, *C* VII, *C* IX, *C* X, *F* II zeichnen sich durch verhältnissmässig hohen Salpetersäuregehalt aus; andere wieder, nämlich Brunnen I, *C* IX, *C* X haben einen grösseren Ammoniakgehalt, als einem aus reinem Sande stammenden Wasser zukommt; auch salpetrige Säure hat sich bei zwei Proben (*D* X, *C* X) gefunden. Das Wasser aus *D* X enthielt bei einer ca. 3 Monate später wiederholten Untersuchung viel Salpetersäure neben wenig salpetriger Säure. Wahrscheinlich hatte sich während der kurzen Zeit der Aufbewahrung der Probe für die erste Untersuchung ein durch Bacterien veranlasster Reductionsvorgang vollzogen. Aber irgend eine Beziehung zwischen diesen Befunden und dem Verhalten der Bodenschichten, aus denen das Wasser geschöpft wurde, hat sich nicht auffinden lassen. Alle hier aufgeführten Bohrlöcher stehen im Thalsande, welcher sich bei der chemischen Untersuchung durchweg als sehr arm an organischen Stoffen und insbesondere an Stickstoff erwiesen hatte. Aus diesen tieferen Bodenschichten können also die vorgefundenen stickstoffhaltigen Bestandtheile des Wassers nicht stammen. Auch von anderen thalaufwärts gelegenen Gegenden der Stadt können sie nicht etwa durch den Grundwasserstrom in den Untergrund des Charité-Grundstückes gespült worden sein, weil in diesem Falle eine mehr gleichmässige Vertheilung hätte stattfinden müssen. Es bleibt also nichts übrig, als die Verunreinigungen des Bodens, auf welche der Gehalt des Grundwassers an Ammoniak, salpetriger Säure und Salpetersäure schliessen lässt, in der obersten Bodenschicht zu suchen. Diese letztere, welche stellenweise ziemlich mächtig ist, besteht aber, wie früher erwähnt wurde, aus umgewühltem Boden, zum grössten Theil aus Bauschutt,

[1] Vgl. hierzu Proskauer, Tiefbrunnenwasser etc. *Diese Zeitschr.* Bd. IX. S. 148.

welcher sehr reich an organischen, zersetzungsfähigen Stoffen ist. Es ist daher nicht ausgeschlossen, sondern vielmehr anzunehmen, dass das im Boden versickernde Niederschlagswasser aus dieser Schicht die erwähnten Verunreinigungen auslaugt und dem Grundwasser zuführt. Höchst wahrscheinlich befinden sich auf dem Charité-Grundstücke auch noch andere oberflächlich gelegene Anhäufungen von Schmutzstoffen, welche von früheren Senkgruben, Müllgruben u. s. w. herrühren. Bei den Bohrungen sind zwar derartige Stellen nicht angetroffen worden, doch lässt sich die auffallende Verschiedenheit von Grundwasserproben, welche in so geringer Entfernung von einander entnommen sind, und deren wiederholte Untersuchung stets die nämlichen Resultate ergeben hatte, kaum anders erklären.

6. Bacteriologisches Verhalten des Grundwassers.

Die bacteriologische Untersuchung des Grundwassers wurde an den Standröhren der Linie *C*, und zwar an *C* III, *C* IV und *C* V als im Bereiche der Stromrinne und an *C* VII, *C* IX und *C* X als im Bereiche des Thalsandbodens befindlich ausgeführt. Das dabei verfolgte Verfahren bestand darin, dass am ersten Tage der Untersuchung Wasser ohne jede weitere Vorbereitung aus dem Standrohr mittels einer aufgeschrobenen Pumpe entnommen und der erste, der hundertste und fünfhundertste Liter auf seinen Keimgehalt in der bekannten Weise geprüft wurde. Dann wurde noch an demselben Tage das Standrohr sammt Pumpe durch Eingiessen von Carbolschwefelsäurelösung in entsprechender Menge (2 bis 4 Liter) keimfrei gemacht, und nun Tag für Tag das abgepumpte Wasser vom ersten bis fünfhundertsten Liter bacteriologisch geprüft, daneben auch stets auf das Vorhandensein, resp. das Verschwinden der Carbolsäurereaction geachtet; denn nur dann, wenn keine Carbolsäure mehr zugegen ist, lässt sich ein Fehlen der Mikroorganismen als wirkliche Keimfreiheit des Wassers deuten.[1]

Die Resultate der bacteriologischen Untersuchung sind in der folgenden Zusammenstellung (Tab. XVI) enthalten.

Aus Tabelle XVI geht hervor, dass aus sämmtlichen untersuchten Bohrlöchern vor der Desinfection vermittelst der Pumpe ein Wasser erhalten wurde, welches sehr reich an Keimen war. Da aber nach der Desinfection, auch nach dem völligen Verschwinden der Carbolsäurereaction, das Wasser mehrere Tage lang (bei *C* V 6 Tage) vollkommen keimfrei gefunden wurde, so folgt daraus, dass der anfängliche Keimgehalt durch

[1] Vgl. C. Fränkel, Brunnendesinfection und Keimfreiheit des Grundwassers. *Diese Zeitschrift.* Bd. VI. S. 23.

die verunreinigte Innenwand des Standrohres und durch die von oben her beim Bohren und beim Einsetzen des Rohres in die tieferen Bodenschichten verschleppten ausserordentlich keimreichen Erdmassen der Oberfläche bedingt war, dass aber das Grundwasser selbst an den untersuchten Stellen vollkommen frei von Keimen ist. Nach den Erfahrungen, welche bei anderen Bohrlöchern und bei Röhrenbrunnen von Fränkel[1] gemacht waren, konnte dieses Resultat nicht überraschen; auch steht dieser Befund damit in Einklang, dass die Bodenschichten selbst im Bereiche des Grundwassers sich keimfrei erwiesen hatten. Immerhin war es wichtig, bei dieser Gelegenheit zu erfahren, dass auch Grundwasser, welches — wie es bei den Bohrlöchern *C* III, *C* IV und *C* V der Fall ist — aus einem an organischen Substanzen sehr reichen Boden stammt, und welches dies durch hohen Ammoniakgehalt zu erkennen giebt, trotzdem keimfrei sein kann.

Tabelle XVI.

a) Standrohr des Bohrloches *C* III.

Die Probe stammt aus dem	3./8. 1888.	4./8.	5./8.	6./8.	7./8.	8./8.	9./8.	10./8.
	Keimzahl in 1 ccm							
1sten Liter	unzählige	0 starke C.-R.[2]	0 schwache C.-R.	0	0	0	0	24
100sten „	840	0 schwache C.-R.	6 keine C.-R.	0	0	0	6	0
500sten „	310	0 schwache C.-R.	0 keine C.-R.	0	0	0	0	0

b) Standrohr des Bohrloches *C* IV.

Die Probe stammt aus dem	20./8. 1888.	21./8.	22./8.	23./8.	24./8.
	Keimzahl in 1 ccm				
1sten Liter	verflüssigt	0 starke C.-R.	0 C.-R.	0 keine C.-R	23
100sten „	4000	0 C.-R.	16 keine C.-R.	24	5
500sten „	920	0 keine C.-R.	4 keine C.-R.	0	0

[1] A. a. O.

[2] C.-R. bedeutet Carbolsäurereaction.

c) Standrohr des Bohrloches *C* V.

Die Probe stammt aus dem	8./9. 1888.	9./9.	10./9.	11./9.	12./9.	13./9.	14./9.	15./9.	16./9.	17./9.
	Keimzahl in 1 ccm									
1sten Liter	unzählige	0 C.-R.	0 C.-R.	0 C.-R.	0	0	0	0	0	0
100sten „	600	0 C.-R.	0 C.-R.	0 keine C.-R.	0	0	0	0	0	0
500sten „	108	0 C.-R.	0 C.-R.	0 keine C.-R.	0	0	0	0	0	0

d) Standrohr des Bohrloches *C* VII.

Die Probe stammt aus dem	1./9. 1888.	2./9.	3./9.	4./9.	5./9.	6./9.	7./9.	8./9.
	Keimzahl in 1 ccm							
1sten Liter	4000	0 C.-R.	0 C.-R.	0	0	0	0	20
100sten „	2200	0 C.-R.	0 C.-R.	0	46	50	32	20
500sten „	1000	0 C.-R.	0 keine C.-R.	0	60	0	40	0

e) Standrohr des Bohrloches *C* IX.

Die Probe stammt aus dem	11./8. 1888.	12./8.	13./8.	14./8.	15./8.	16./8.	17./8.
	Keimzahl in 1 ccm						
1sten Liter	7200	0 C.-R.	0 R.-C.	0	13	9	60
100sten „	2000	0 C.-R.	0 keine C.-R.	0	11	6	0
500sten „	900	0 C.-R.	0 keine C.-R.	0	0	11	3

f) Standrohr des Bohrloches *C* X.

Die Probe stammt aus dem	20./8. 1888.	21./8.	22./8.	23./8.	24./8.	25./8.
	Keimzahl in 1 ccm					
1sten Liter	verflüssigt	0 C.-R.	0 C.-R.	3	14	36
100sten „	640	0 C.-R.	0 keine C.-R.	14	13	12
500sten „	230	0 C.-R.	12 keine C.-R.	0	0	0

In Bezug auf den Keimgehalt hat sich somit ein Unterschied zwischen dem Bereiche des Thalsandbodens und der Stromrinne nicht herausgestellt; es hat sich vielmehr ergeben, dass der Boden des Charité-Grundstückes

durchweg eine ausreichende filtrirende Kraft besitzt. Von den an seiner Oberfläche abgelagerten zersetzungsfähigen und keimreichen Verunreinigungen (Bauschutt u. s. w.) können durch den gut filtrirenden Boden nur gelöste, d. h. weniger bedenkliche Stoffe, aber keine Mikroorganismen oder Krankheitskeime in den Untergrund gelangen.

Bautechnische und hygienische Beurtheilung der Ergebnisse.

Die bautechnischen Sachverständigen, Hr. Regierungsrath Emmerich und Hr. Bauinspector Klutmann, haben auf Grund der bei den Bohrungen erhaltenen Resultate sich dahin ausgesprochen, dass der aus Thalsand bestehende Untergrund des Charité-Grundstückes guten Baugrund, dass der aus Torf und schlammigem Sande bestehende Boden der Stromrinne dagegen schlechten Baugrund bilde.

Das hygienische Urtheil deckt sich im vorliegenden Falle mit dem bautechnischen vollkommen. Gegen die Bebauung des Thalsandes lässt sich Nichts einwenden. Derselbe ist rein, durchlässig, filtrirt gut und hat günstige Grundwasserverhältnisse. Nur die Bodenoberfläche ist durch Schutt und Unrath verunreinigt und müsste im Falle der Benutzung an den Baustellen bis auf den gewachsenen Boden entfernt werden.

Der Boden im Bereiche der Stromrinne muss auch vom hygienischen Standpunkte aus als ein schlechter bezeichnet werden. Es sind zwar die tieferen Bodenschichten desselben und das Grundwasser keimfrei gefunden worden, aber er besitzt trotzdem alle Eigenschaften des Sumpfbodens, da er bis zu verhältnissmässig grosser Tiefe aus schlammigem Sand und Torf besteht und fast zu Tage tretendes Grundwasser hat. Gerade solcher Boden wird nicht selten, besonders auch in hiesiger Gegend, eine Brutstätte der Malaria. Es kann natürlich nicht behauptet werden, dass Alle, welche solchen Boden bewohnen, ohne Weiteres der Malaria verfallen müssen, aber die Möglichkeit, dass dies über kurz oder lang einmal eintreten kann, lässt sich nicht von der Hand weisen, und kein Hygieniker würde die Verantwortung für die Verwendung eines solchen Bodens für Wohnungs- oder gar Krankenhauszwecke auf sich nehmen.

Anhang I.

Verzeichniss A:

Einnivellirte Bohrlöcher und Standröhren.

Bezeichnung der Bohrlöcher	Höhe über dem Normal-Nullpunkt (Amsterdamer Pegel) m	Höhe über dem Nullpunkt des Unterpegels d. Spree (Dammmühlen) m	Bezeichnung der Bohrlöcher	Höhe über dem Normal-Nullpunkt (Amsterdamer Pegel) m	Höhe über dem Nullpunkt des Unterpegels d. Spree (Dammmühlen) m
A II Standrohr	33·385	3·444	*C* IX Standrohr	33·947 (Standrohr tiefer als das Erdreich)	4·006
„ Boden	32·793	2·852	„ Boden	34·035 (Standrohr tiefer als das Erdreich)	4·094
A IV Bodeu	33·155	3·214			
A V Standrohr	34·578	4·637	*C* X Standrohr	34·265	4·324
„ Boden	33·448	3·507	„ Boden	34·035	4·094
A VII Boden	33·072	3·131	*C* XI Standrohr	34·420	4·479
B II Boden	32·053	2·112	„ Boden	34·114	4·173
B IV Boden	32·787	2·846	*D* II Standrohr	33·653	3·712
B V Boden	33·235	3·294	„ Boden	33·091	3·150
B VI Boden	33·717	3·776	*D* IV Boden	32·972	3·031
B VII Boden	34·329	4·388	*D* VI Standrohr	34·391	4·450
B IX Boden	34·066	4·125	„ Boden	33·610	3·669
B XI Boden	34·210	4·269	*D* VIII Boden	33·956	4·015
C I Standrohr	32·896	3·955	*D* X Standrohr	34·529	4·588
„ Boden	32·762	2·821	„ Boden	33·726	3·785
C II Standrohr	32·330	2·389	*D* XII Boden	33·748	3·807
„ Boden	32·114	2·173	*E* III Standrohr	34·097	4·156
C III Standrohr	32·557	3·616	„ Boden	33·412	3·471
„ Boden	32·790	2·849	*E* IV Boden	34·138	4·197
C IV Standrohr	33·113	3·172	*E* V Standrohr	34·836	4·895
„ Boden	33·009	3·068	„ Boden	34·436	4·495
C V Standrohr	33·786	3·845	*E* VIII Boden	34·150	4·209
„ Boden	33·590	3·549	*F* I Boden	33·876	3·935
C VII Standrohr	34·161	4·220	*F* II Standrohr	34·924	4·983
„ Boden	33·998	4·057	„ Boden	34·521	4·580
C VIII Standrohr	33·908	3·967	Kesselbrunnen I	34·155	4·214
„ Boden	33·808	3·867	Kesselbrunnen II	34·205	4·264

Das Nivellement basirt auf dem festen Höhepunkt, dem Bolzen Nr. 1 am Hause Schumann-Strasse Nr. 1; derselbe liegt 33·285 m über dem Normal-Nullpunkt. Der Nullpunkt des Meterpegels der Spree am Mühlendamm (Unterwasser) liegt 29·941 m über dem Normal-Nullpunkt.

Verzeichniss B:

Bohrprotokolle nebst Korngrössen der erbohrten Sandproben.

Orth'sche Scala der Korngrössen.

Korngrösse	des oberen Thalsandes Procent	des mittleren Thalsandes Procent	des unteren Thalsandes Procent
über 3·0 mm	—	—	4·5
1·0 —3·0 „	0·5	0·3	22·5
0·5 —1·0 „	1·7	9·9	62·4
0·25—0·5 „	9·6	36·1	9·9
unter 0·25 „	88·2	53·7	0·7
	100·0	100·0	100·0

Bohrloch *A* II (am 23. und 24./10. 1888.)

Bis 2·00^m Bauschutt, aufgeschütteter Boden, Humus

2·00 „ 2·30 „ Feiner gelber, wahrscheinlich noch aufgeschütteter Sand.

2·30 „ Es dringt übelriechendes Wasser in die Grube.

2·30 „ 3·60 „ Es erscheint wieder Bauschutt.

3·60 „ 4·50 „ Feiner hellgrauer Sand mit Vegetabilien; schlammig; braust mit HCl.

4·50 „ Der Sand fühlt sich schärfer an und wird reiner.

4·70 „ Sandiger Torf.

5·00 „ „ „

5·40 „ Reiner Torf.

6·20 „ Graue schlammige Massen [schlammiger Kalk(?)], braust stark mit Salzsäure.

6·40 „ Muscheln.

7·30 „ Die Massen werden ganz dunkel (Bacillarienerde, braust mit HCl, CO_2-u. H_2S-Entwickelg.). Muscheln.

8·40 „ Reich an Muscheln.

9·50 „ Wird etwas sandig.

9·50 „ 10·00 „ Schlammiger Sand, der das Verhalten des vorigen gegen HCl zeigt. Das beim Bohren geförderte Wasser sieht grünlich aus. Einzelne gröbere Kiesstückchen.

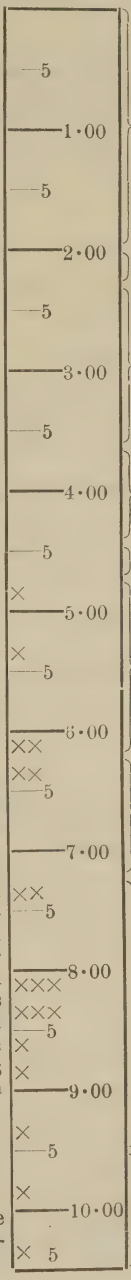
10·50 „ Dasselbe, nur wieder etwas schlammhaltiger. Mit HCl entwickelt sich CO_2 und H_2S.

Anmerkung. Bei 10·60^m muss das Bohren unterbrochen werden, weil die Windungen eines bereits im Boden befindlichen Bohrrohres gelockert waren.

NB. Das Bohrloch ist vom Stadtbahnbogen Nr. 263 an abgemessen worden und wegen einer Einfahrt ca. 1·5^m nördlicher gelegt. Zwischen der Reihe *A* und *B*, gegenüber dem Bogen 265, ca. 10^m entfernt, steht ein Röhrenbrunnen von 75 Fuss Tiefe, der stark eisenhaltiges Wasser gab und jetzt vollständig durch Schlamm verstopft ist. Beim Bohren stiess man auf „Torf und Schlamm"; der Sauger des Rohres soll im Schlamm stehen.

× wenige Diatomeen,
×× viele „
××× sehr viele „

Art der Bohrung: Bis 2·30^m wurde eine Grube gegraben, von 2·30^m ab wurde mit Wasser gebohrt.



Aufgeschütteter Boden.

1·80^m

Feiner, eisenhalt. Sand

2·30^m

Aufgeschütteter Boden.

3·60^m

Feiner grauer Sand mit Vegetabilien.

4·50^m

Grauer mittlerer Sand.

4·70^m

Torf.

6·20^m

Grauer schlammiger Sand mit Bacillarien. Muscheln.

7·30^m

Dunkle Bacillarienerde.

9·50^m

Grauer Sand mit Bacillarien.

10·50^m

Bohrloch *A* IV (am 26./10. 1888.)

Bis 2·80 m Bauschutt u. aufgeschütteter Sand. In der bis 2·10 m gegrabenen Grube befanden sich auf der südwestlichen Seite starke Fundamente.

2·8 „ 3·00 „ Sand, der mit Torf gemischt ist.

2·50 „ Wasser.

3·00 „ 5·30 „ Torf.

4·10 „ Der Torf ist wieder mit wenig Sand gemengt

4·30 „ Reiner Sand.

5·30 „ 5·50 „ Hellgrauer, schlammiger Sand mit Muschelresten. HCl bewirkt Aufbrausen: CO_2- und H_2S-Entwicklg.

5·50 „ 6·00 „ Mittelfeiner, weisser Sand.

6·00 „ Es erscheint vereinzelt Grand.

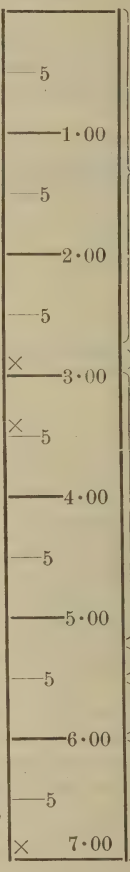
6·0 „ 7·10 „ Gröberer Sand.

6·30 „ Viel Grand.

Anmerkung. Das Bohrloch liegt mitten auf der Strasse.

× wenige Diatomeen.

Art der Bohrung: Bis 2·10 m Grube gegraben, von 2·10 bis 2·60 m mit Trommelbohrer gebohrt, von 2·60 m an nass gebohrt.



Aufgeschütteter Boden.

2·80 m

Sand mit Torf.

3·00 m

Torf.

5·30 m

Feiner schlammiger Sand mit Muscheln.

5·50 m

Mittlerer weisser Sand.

6·00 m

Gröberer weisser Sand.

7·10 m

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 6·0	Tiefe 6·30	m
über 3 mm	0·6	11·5	Procent
zwischen 3—1 „	3·1	9·5	„
zwischen 1—1/2 „	23·2	27·4	„
„ 1/2—1/4 „	40·0	30·9	„
unter 1/4 „	32·0	20·0	„

Bohrloch *A* V (am 23./10. 1888.)

Bis 2·10 m	Aufgeschütteter Boden.		
2·10 „ 2·50 „	Starkeisenhaltiger, rothgelber Sand mittleren Kornes.	5	
2·50 „ 2·75 „	Der Sand wird wieder hell, schliesslich gelb.	1·00	Aufgeschütteter Boden.
2·60 „	Sand etwas feucht.	5	
2·75 „	Der Sand wird fein, zerreibt sich zwischen den Fingern mit einem Gefühl, als ob Lehm dazwischen wäre.	2·00	2·10 m Stark eisenhalt. Sand mittleren Kornes.
3·00 „	Wasser im Bohrloche sichtbar.	5	2·50 m Mittlerer gelber Sand.
3·75 „	Wenig Grand zwischen dem Sand.	3·00	2·75 m
4·00 „	Sand wird schärfer.		
4·05 „ 5·10 „	Mittlerer heller Sand.	5	Feiner gelber Sand.
4·50 „	Zahlreiche Grandstücke, der Sand wird aber nicht gröber, sondern erst bei	4·00	4·05 m
4·95 „	wo Grand noch zahlreicher wird.	5	Mittlerer gelber Sand.
5·10 „	Der Sand wird grob; sehr viel Grand, dazwischen Spuren von Lehm.	5·00	5·10 m
5·50 „	Das Bohrwasser verliert sein lehmiges Aussehen, das es von 2·75 m an beibehalten hatte. Grössere Grandstücke, Sand grobkörnig.	5 6·00	Gröberer gelber Sand. 6·00 m

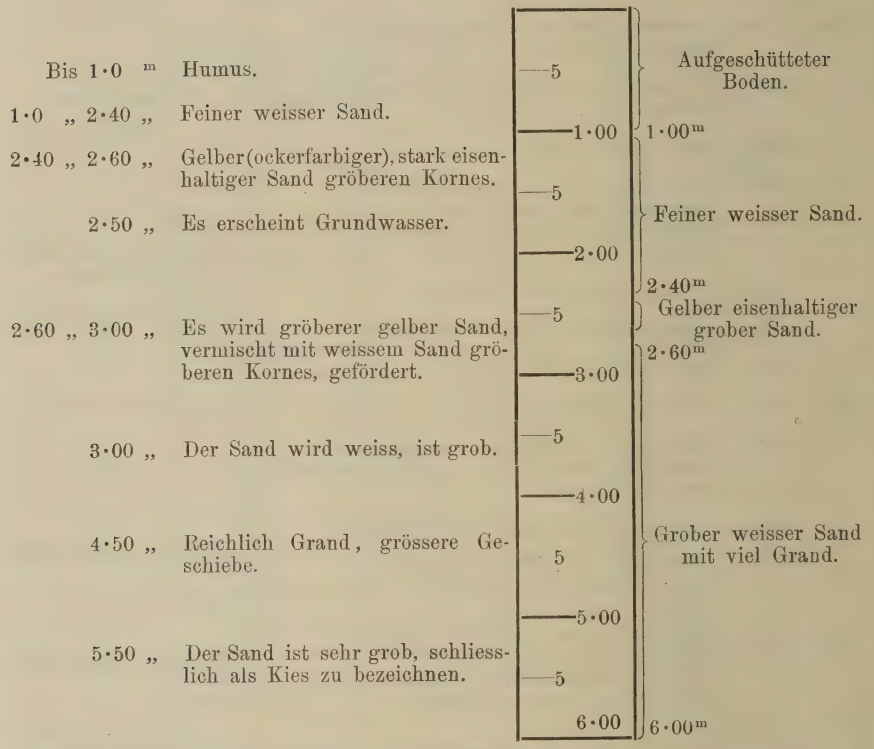
Anmerkung: Im Hofe des Grundstückes befindet sich ein Kesselbrunnen, dessen Tiefe nicht zu ermitteln war.

Art der Bohrung: Bis 3·00 m wurde vom Grunde der vorher ausgehobenen Grube aus mit dem Trommelbohrer, von da an mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 2·50	3·70	4·50	5·10	6·0	m
über 3 mm	0·6	0·0	3·0	25·2	39·4	Procent
zwischen 3—1 „	0·5	1·4	5·3	2·7	1.6	„
„ 1—1/2 „	35·2	15·3	23·0	21·6	14·1	„
„ 1/2—1/4 „	41·0	16·5	18·6	20·5	24·7	„
unter 1/4 „	23·0	66·0	49·1	30·0	20·4	„

Bohrloch *A* VII (am 29./10. 1888.)

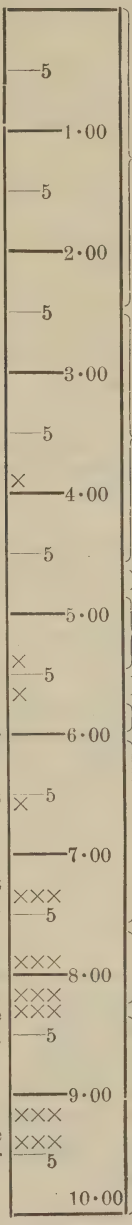


Art der Bohrung: Bis 2·50 m trocken, von da ab nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 2·50	3·0	3·50	4·0	5·0	6·0	m
über 3 mm	0·3	0·9	16·0	12·4	1·7	32·1	Proc.
zwischen 3—1 „	3·8	4·2	9·1	8·9	8·4	14·3	„
„ 1—1/2 „	35·7	28·0	37·7	45·0	36·3	24·7	„
„ 1/2—1/4 „	41·8	57·5	21·1	18·2	30·9	16·2	„
unter 1/4 „	18·4	8·8	16·0	15·1	22·8	12·4	„

Bohrloch *B* II (am 8./10. 1888.)



Bis 2·50 m Der aufgeschüttete Boden enthält zahlreiche Schlacken.

1·00 „ Der Boden wurde feucht.

1·10 „ Es dringt Wasser in die Grube.

Aufgeschütteter Boden.

2·50 m

Feiner weisser Sand.

4·50 „ Der geförderte Sand enthält ganz schwache Adern von Torf.

4·50 m

Schwache Torfader.

5·40 „ Desgleichen.

5·55 „ Desgleichen; es kommen Muscheln zum Vorschein.

Feiner weisser Sand.

5·95 „ Torf.

Schwache Torfader.

6·05 bis 6·20 „ Es erscheint wieder eine muschelreiche Sandader, die den Torf unterbricht.

Feiner weisser Sand.

5·95 m

7·60 „ 8·30 „ Die hellgraue Masse braust mit Salzsäure stark; Muscheln.

Torf.

8·30 „ Wird schiefergrau, also dunkler.

9·15 „ Wird fast schwarz; Salzsäure löst zum Theil unter Entwickelung von CO_2 und H_2S.

7·60 m

Schlammiger Sand mit Bacillarienerde.

8·30 m

Anmerkung. Das Bohrloch liegt 45 m von dem Stadtbahnbogen Nr. 271 entfernt; nach dem ursprünglichen Plane sollte es 50 m davon entfernt sein.

× wenige Diatomeen,
××× sehr viele Diatomeen.

Dunkle Bacillarienerde.

Art der Bohrung: Bis 1·10 m wurde eine Grube ausgehoben, von da an mit Wasser gebohrt.

10·00 m

Bohrloch *B* IV (am 18. u. 19./10. 1888.)

Bis 2·60 m Humus, Bauschutt.

Bei 1·75 „ zeigt sich Wasser.

2·60 bis 3·55 „ Der Sand braust mit Salzsäure übergossen.

3·55 „ 3·60 „ Torf.

3·60 „ 3·85 „ Grauer Sand von mittlerem Korn.

3·85 „ 5·10 „ Fester Torf.

5·10 „ 5·35 „ Hellgraue, kohlensauren Kalk enthaltende Massen, brausen mit Salzsäure stark.

5·35 „ 5·60 „ Wird dunkelgrau. } Beide brausen

5·60 „ 7·20 „ Wird ganz schwarz } mit Salzsäure.

6·10 „ Reich an Muscheln u. etwas Grand enthaltend.

6·55 „ Braust mit Salzsäure unter CO_2- und H_2S-Entwickelung.

9·40 „ 10·40 „ Grauer mittlerer Sand mit Grand und Muscheln.

9·75 „ Der Sand scheint etwas grobkörniger zu werden.

10·40 „ Gröberer Sand, grau.

10·80 „ Grössere Quarzstücke (Grand).

Anmerkung. × wenige Diatomeen,
×× viele „

Art der Bohrung: Bis 1·75 m Grube ausgehoben, von 1·75 m an mit Wasser gebohrt.

1·00
2·00
3·00
4·00
5·00
6·00
7·00
8·00
9·00
10·00
11·00

Aufgeschütteter Boden.

2·60 m

Schlammiger Sand.

3·55 m Torf.

3·60 m Grauer mittlerer Sand.

3·85 m Torf.

5·10 m Schlammiger Sand.

5·35 m Bacillarienerde.

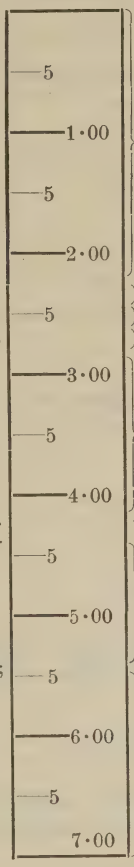
7·20 m Grauer feiner Sand.

9·40 m Grauer mittlerer Sand m. Grand u. Muscheln.

10·40 m Grauer gröberer Sand m. grösser. Geschieben.

11·00 m

Bohrloch *B* V (am 18./10. 1888.)



Bis 2·20 m Bauschutt, Humus. — Aufgeschütteter Boden.

2·20 m

2·35 „ 2·50 „ Der Sand ist mit Torf untermischt. — Grauer feiner Sand.

2·35 m

2·50 „ 2·75 „ Feiner grauer, schlammiger Sand, darunter wird das Grundwasser bemerkbar. — Torf.

2·50 m

Schlammiger Sand.

3·00 „ Eine ganz schwache Sandader. — 2·75 m

Tort.

4·10 m

4·35 „ Es kommt Grand zum Vorschein. Mit Salzsäure keine CO_2-Entwickelung. — Grauer mittlerer Sand.

4·35 m

Grauer gröberer Sand.

5·00 „ Der grobe Sand ändert die Farbe; er wird gelblich. — 5·35 m

Gelblicher gröberer Sand.

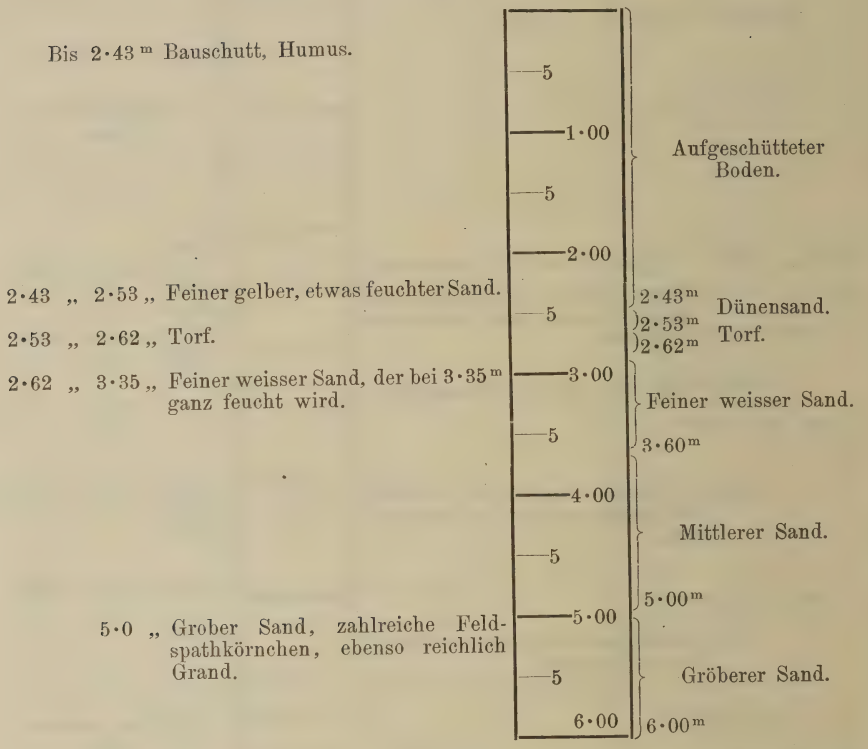
7·00 m

Art der Bohrung: Bis 2·20 m Grube gegraben, von 2·20 bis 2·75 m mit Trommelbohrer, von 2·75 m bis 7 m mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 6 m	Tiefe 7 m	
Ueber 3 mm	2·2	23·6	Procent
zwischen 3—1 „	1·8	5·0	„
„ 1—1/2 „	27·8	32·5	„
„ 1/2—1/4 „	37·7	26·7	„
unter 1/4 „	29·5	12·5	„

Bohrloch *B* VI (am 16./10. 1888.)

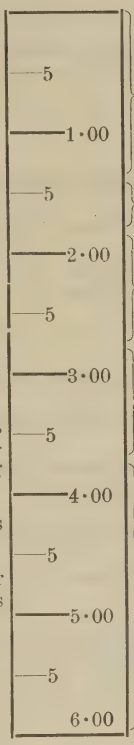


Art der Bohrung: Bis 2·43 m Grube gegraben, von 2·43 bis 3·60 m mit dem Trommelbohrer, von 3·60 m an mit dem Cylinderbohrer gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 4·75	5·25	6·0	m
Ueber 3 mm	0·4	6·6	25·8	Procent
zwischen 3—1 „	3·5	12·8	6·8	„
„ 1—1/2 „	33·2	49·5	36·0	„
„ 1/2—1/4 „	31·2	18·2	23·2	„
unter 1/4 „	31·7	12·6	7·9	„

Bohrloch *B* VII (am 19./10. 1888.)



Bis 1·25 m Humus mit etwas Bauschutt. — Aufgeschütteter Boden.

1·25 „ 1·60 „ Ganz feiner, lehmgelber Sand. — 1·25 m

1·60 „ 2·75 „ Ganz feiner, heller, fast weisser Sand. — Dünensand. 1·60 m

Heller feiner Sand.

2·75 „ 3·00 „ Mittlerer Sand, hellgelb. — 2·75 m

3·00 „ 3·40 „ Desgl., wird lehmgelb. — Mittlerer Sand.

3·50 „ Wird ein wenig grobkörniger, feucht und nimmt wieder eine hellgelbe Farbe an; es zeigt sich wenig Grand. — 3·70 m

3·70 „ Der Sand ist grobkörnig, fast weiss und sehr feucht.

3·80 „ In dem mit dem Trommelbohrer gebohrten Loche zeigt sich das Grundwasser. — Gröberer Sand.

4·50 „ Zahlreiche Mengen von Grand.

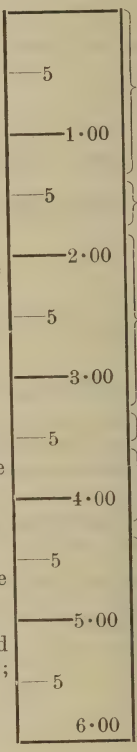
6·00 m

Art der Bohrung: Bis 1·25 m Grube gegraben. Von 1·25 bis 3·80 m mit dem Trommelbohrer, von 3·80 m ab mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 1·60	2·80	3·10	4·50	6·0	m
Ueber 3 mm	0	0	0·9	6·3	6·9	Procent
zwischen 3—1 „	0·4	1·7	1·5	4·4	4·1	„
„ 1—1/2 „	4·1	16·4	35·1	21·6	37·3	„
„ 1/2—1/4 „	17·6	39·8	37·5	39·0	24·8	„
unter 1/4 „	78·7	41·0	24·5	28·6	24·4	„

Bohrloch *B* IX (am 20./10. 1888.)



Bis 1·40 m Bauschutt, darüber Humus.

1·40 „ 1·70 „ Sehr feiner, lehmgelber Sand.

1·70 „ 3·10 „ Fast weisser, mittlerer Sand.

2·10 „ 2·50 „ Es ragen die Wurzeln der Bäume in die Grube.

2·60 „ Einzelne kleine Kiesstücke.

3·10 „ 3·50 „ Der Sand wird lehmgelb.

3·40 „ Der Sand wird feucht.

3·50 „ 4·30 „ Der Sand nimmt wieder eine weisse Farbe an.

3·50 „ Der Sand ist sehr feucht.

3·60 „ Grundwasser wird im Bohrloche sichtbar.

4.30 „ 6·00 „ Der Sand ist scharf, hellgelb und wird bei 5·00 m wieder weiss; zahlreicher Grand.

Aufgeschütteter Boden. 1·40 m

Dünensand. 1·70 m

Mittlerer heller Sand. 3·10 m

Mittlerer gelber Sand. 3·50 m

Mittlerer heller Sand. 4·30 m

Gröberer heller Sand. 6·00 m

Art der Bohrung: Bis 1·40 m Grube gegraben; von 1·40 bis 3·60 m mit dem Trommelbohrer, von 3·60 m an mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 2·40	3·30	3·60	4·50	5·40	6·0	m
Ueber 3 mm	0	0	0	0	3·0	2·5	Proc.
zwischen 3—1 „	1·6	1·0	0·4	1·1	2·0	1·0	„
„ 1—1/2 „	28·5	35·8	14·9	35·0	43·1	48·4	„
„ 1/2—1/4 „	48·5	59·6	75·4	48·5	40·4	40·0	„
unter 1/4 „	21·0	4·4	9·4	15·2	14·4	7·7	„

Bohrloch *B* XI (am 22./10. 1888).

Bis 1·30 m Gartenerde, Schutt.

1·30 „ 1·50 „ bezw. 1·70 „ Nur auf der westlichen Seite des Bohrloches befindet sich gelber feiner Sand, auf den anderen Seiten des Loches ist feiner weisser Sand.

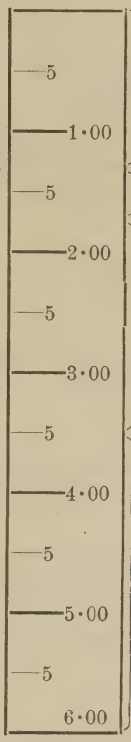
2·60 „ Der Sand wird etwas schärfer, ist jedoch noch als „mittlerer" zu bezeichnen.

3·40 „ Der Sand wird etwas feucht.

3·50 „ Es erscheint ganz grobkörniger feuchter Sand mit grösseren Kiesstücken.

3·60 „ Es ist Grundwasser im Bohrloche sichtbar.

Bis 6·00 „ bleibt der Sand wie bei 3·50 m.



Aufgeschütteter Boden. 1·30 m

(Dünensand) und feiner weisser Sand. 1·70 m

Mittlerer Sand. 3·50 m

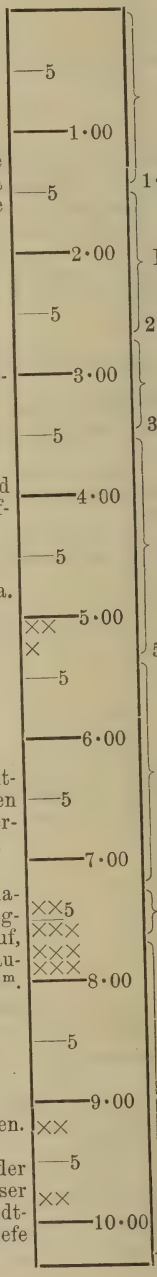
Gröberer Sand. 6·00 m

Art der Bohrung: Bis 1·50 m Grube gegraben. Von 1·50 bis 3·60 m mit dem Trommelbohrer, von da an nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 2·0	2·60	3·30	3·60	5·10	6	m
Ueber 3 mm	0·3	0	4·8	8·8	3·7	24·0	Proc.
zwischen 3—1 „	0·8	3·9	0·4	10·7	2·8	1·2	„
„ 1—1/2 „	13·6	31·2	11·1	41·6	35·8	20·4	„
„ 1/2—1/4 „	61·9	39·8	63·5	28·4	48·3	45·6	„
unter 1/4 „	23·5	24·6	20·0	10·0	8·3	8·6	„

Bohrloch *C* I (am 31./8. 1888).



Aufgeschütteter Boden.

1·50 m

Feiner, gelber Sand.

2·66 m

Aufgeschütteter Boden.

3·50 m

Schlammiger Sand.

5·34 m

Torf (bei 5·50 bis 5·60 eine Ader feinen Sandes).

7·20 m

Schlammig. Sand mit Bacillarienerde (Muschelreste).

7·60 m

Bacillarienerde (eisenhaltig, Muschelreste).

10·15 m

Bis 1·50 m Bauschutt.

1·50 bis 2·66 „ Feiner gelber Sand. Es musste mit Wasser gebohrt werden, da bei 1·75 m Wasser in die Grube drang.

2·66 „ 3·50 „ Bauschutt.

3·50 „ 5·08 „ Feiner, grauer Sand mit Vegetabilien.

5·08 „ 5·34 „ Dasselbe, nur reicher an Sand werdend. Mit Salzsäure Aufbrausen.

5·34 „ 7·20 „ Torf, dazwischen bei 5·50 bis ca. 5·60 m eine Ader feinen Sandes.

7·20 „ 7·60 „ Hellgraue, Bacillarienerde enthaltende Massen mit zahlreichen Muscheln, braust beim Uebergiessen mit Salzsäure stark auf.

7·60 „ 10·15 „ Sehr dunkle Massen von Bacillarienerde, bei 7·80 m treten langfaserige vegetabilische Massen auf, bei 7·95 m werden die Proben blaugrau und bleiben so bis 10·15 m.

× wenige Diatomeen.
×× viele „
××× sehr viele „

Art der Bohrung. Bis 1·75 m Grube gegraben. Von 1·75 m an wurde mit Wasser gebohrt.

Der neben dem Bohrloche befindliche Brunnen, der ein stark nach Eisen schmeckendes Wasser liefert, ist 26 m tief. Ein jenseits des Stadtbahnbogens befindlicher Brunnen hat eine Tiefe von 30 m.

Bohrloch *C* II (am 11./8. 1888).

Bis 0·35m Humus.

0·35 „ 4·5 „ Bauschutt. Es musste mit Wasser gebohrt werden, da von 1·05m an Wasser in die Grube drang.

4·5 „ Eine fette dunkelbraune Masse, die sich bis auf einen Rest von Sand in HCl unter starkem Brausen löst; zuerst einzelne Torfpartikel.

5·25 „ Dieselben Massen mit Sand und einigen Muscheln.

5·90 „ 6·20 „ Desgleichen, dazwischen feiner grauer Sand.

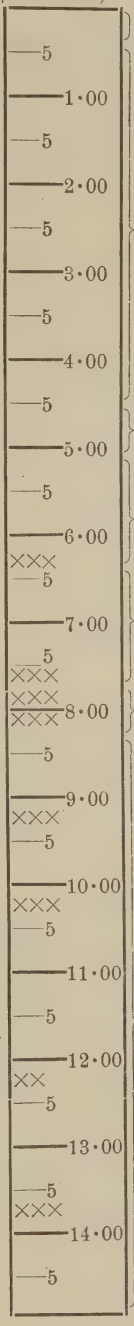
6·20 „ 7·70 „ Fester Torf.

7·70 „ 8·35 „ Hellgraue, thonartige Massen mit sehr vielen Muscheln, in HCl zum Theil unter starkem Brausen löslich.

8·35 „ 14·90 „ Dieselbe Masse, dunkelbraun, sonst dasselbe Verhalten.

XX viele Diatomeen.
XXX sehr viele Diatomeen.

Art der Bohrung. Bis 1·05m Grube gegraben. Von 1·05m ab mit Wasser gebohrt. Der Sauger des Standrohres wird bis zu 5·9m eingesetzt.



0·35m Humus.

Aufgeschütteter Boden.

4·50m

Schlammiger Sand.

5·00m

Desgleichen, mit Muschelresten.

6·20m

Torf.

7·70m

Schlammiger Sand mit Bacillarien

8·35m (eisenhaltig).

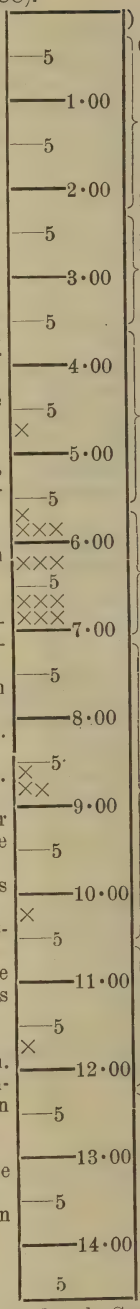
Bacillarienerde (kalkhaltig, Muschelreste, Vegetabilien).

14·90m

Bohrloch *C* III (am 21./7. 1888).

Bis 0·10 m Humusschicht.
0·10 bis 2·20 m Schutt (Bauschutt), von 2·10 m ab feucht.
2·20 m Sand, vermischt mit schwarzer Erde. Es läuft übelriechendes Wasser von der Seite ein.
2·50 „ Von hier ab wird mit der Kette gebohrt. Das Bohrloch geht schnell herab. Es kommt ein ganz feiner Sand vermischt mit oberflächlich. Humus und übelriechendem Wasser zum Vorschein.
3·75 „ Schwarzgrüner Sand mit feinen Torfpartikeln.
3·90 „ Desgleichen.
4·25 „ Die Torfstücke mehren sich.
4·50 „ Torf mit wenig schwarzgrünem Sand vermischt.
4·70 „ Desgleichen, etwas mehr Sand.
4·75 „ Reiner Torf, derselbe bietet dem Eindringen des Bohrers sehr grossen Widerstand, indem er die Klappe versetzt. Der Bohrer wird daher mit 20 Kilo Eisenbarren belastet.
5·56 „ Immer noch Torf. Es kommen zwei grosse Knochenstücke mit heraus.
5·85 „ Der Torf ist mit sehr feinem Sand vermischt.
6·00 „ Sehr feiner, plastischer, schwarzgrauer Sand, mit Torfstückchen vermischt. Einzelne Knochenstücke und Muscheln.
6·25 „ Desgleichen. Knochen.
6·40 „ Desgleichen, etwas schwärzer, mit Muscheln und Knochen.
6·80 „ Desgleichen. Knochen.
7·20 „ Desgleichen, fängt an seine Plasticität zu verlieren und sandiger zu werden. Süsswassermuscheln.
7·45 „ Noch etwas sandiger; Fischwirbel, vollkommen schwarz gefärbt.
7·90 „ Noch sandiger. Muscheln, schwärzliches Holz.
8·60 „ Desgleichen, schwarz grünlich.
8·80 „ Schwarzgrüner, feiner, mooriger Sand, Muscheln.
9·10 „ Desgleichen. Ein grosses Stück Holz.
9·50 „ Der Sand wird wieder feiner. Mit mehr Moor vermischt, beinahe plastisch, schwarz, viele Muscheln.
10·50 „ Einzelne Streifen mehr grauen und etwas gröberen Sandes.
10·75 „ Desgleichen, sehr zahlreiche Muscheln, Holzstückchen, Halme, Pflanzenstengel.
11·05 „ Sand wieder braun und torfig, stellenweise plastisch. Einzelne Streifen gröberen Sandes ohne Muscheln und Holzstückchen.
11·60 „ Schwarzgrüner, gleichmässiger Sand.
11·75 „ Degleichen, etwas schärfer, einzelne Muscheln.
12·25 bis 12·75 m Desgleichen. Vereinzelte bis bohnengrosse Geschiebe. Muscheln. Braust mit HCl von einzelnen Stücken aus. Schwach eisenhaltig.
13·25 m Sand etwas schärfer.
13·80 „ Desgleichen. Sand wird grauer. Einzelne grössere Geschiebe. Muscheln seltener.
14·00 „ Desgleichen, braust mit HCl nur von einzelnen Stücken aus, schwach eisenhaltig.
14·50 „ Desgleichen. Ende der Bohrung.

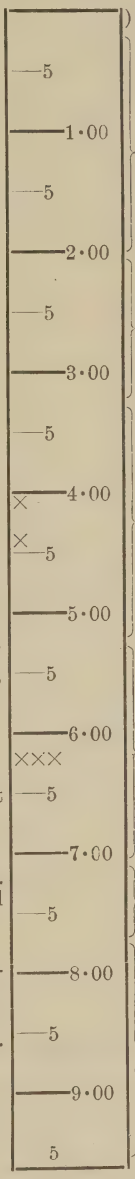
× wenige, ×× viele, ××× sehr viele Diatomeen.



Humus.
0·30 m
Aufgeschütteter Boden.
2·20 m
Feiner grauer, schlammiger Sand.
3·50 m
Torf mit Knochen, Muscheln, Holz.
5·75 m
Bacillarienerde (mit organischen Resten, Knochen).
7·00 m
Schwarzgrüner, feiner, schlammiger Sand mit Bacillarien, Muscheln, Pflanzenresten, Knochen, Fischwirbeln.
10·50 m
Schwarzgrüner, mittlerer Sand.
12·25 m
Sand etwas heller und gröber; Muscheln, organische Reste etwas seltener.
14·50 m

Art der Bohrung. Bis 2·50 m Grube ausgehoben. Von da ab Grundwasser und mit der Kette gebohrt.

Bohrloch *C* IV (am 6./7. 1888).



Bis 0·20m Humus.

0·20 „ 2·00„ Schutt (Bauschutt). Es zeigt sich Wasser.

2·10„ Grauer Sand mit Schlamm.

3·35„ Torf fängt an.

4·10„ Torf mit Muscheln.

4·25„ Torf mit Sand und Muscheln.

4·50„ Torf mit mehr Sand und Muscheln.

5·10„ Grüner, feiner Sand.

5·19„ Desgleichen, vereinzelte Geschiebe.

5·40„ Desgleichen. Grössere Geschiebe, kleine Muscheln.

6·25„ Desgleichen. Kleine Muscheln.

7·25„ Grüner Sand, etwas schärfer, mit grösseren Geschieben.

7·60„ Desgleichen. Muscheln.

7·75„ Der Sand wird gröber und grauer. Muschelfragmente. Braust mit HCl nur von einzelnen Stücken aus.

8·80„ Desgleichen. Vereinzelte Kalkgeschiebe.

9·50„ Desgleichen. Ende der Bohrung.

× wenige Diatomeen.
××× sehr viele „

0·20m Humus.

Aufgeschütteter Boden.

2·00m

Schlammiger Sand.

3·35m

Torf mit Süsswassermuscheln.

5·10m

Feiner, schwarzgrüner, schlammiger Sand mit Muscheln und vereinzelten Geschieben.

7·00m

Mittlerer Sand mit grösseren Geschieben.

7·75m

Grober, grauer Sand mit zahlreicheren Geschieben und einzelnen Muscheln.

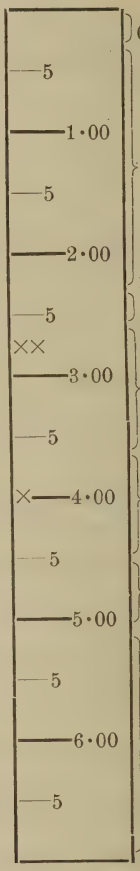
9·50m

Art der Bohrung. Bis 2m Grube gegraben. Dann zeigte sich Wasser und es wurde von da ab mit der Kette gebohrt.

Bohrloch *C* V (am 22./6. 1888).

Bis 0·30m Humus.
„ 2·25 „ Bauschutt.
„ 2·50 „ Feiner Sand.
„ 2·60 „ Der Sand ist mit Torfstückchen vermischt.
„ 3·60 „ Reiner Torf.
„ 4·50 „ Feiner Sand.
„ 5·00 „ Mittlerer Sand.
„ 6·00 „ Grober Sand.
Bei 6·75 „ Desgleichen.

× wenige Diatomeen.
×× viele „



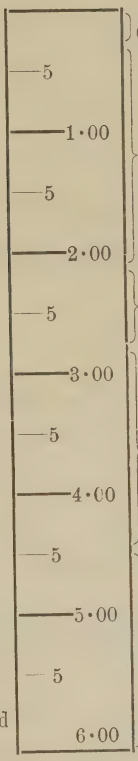
0·30m Humus.
Aufgeschütteter Boden.
2·25m
Feiner Sand.
2·50m
Torf.
3·60m
Feiner Sand.
4·50m
Mittlerer Sand.
5·00m
Grober Sand.
7·00m

Art der Bohrung. Bis 2·25m Grube gegraben, von da an mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 6·50 m
über 3 mm	5·0 Procent
zwischen 3—1 „	9·5 „
„ 1—1/2 „	43·3 „
„ 1/2—1/4 „	33·2 „
unter 1/4 „	8·3 „

Bohrloch *C* VII (am 23./6. 1888).



Bis 0·27m Humus.

„ 2·10 „ Schutt mit Sand gemengt.

„ 2·75 „ Feiner grauer Sand.

„ 4·45 „ Mittelgrober gelber Sand.

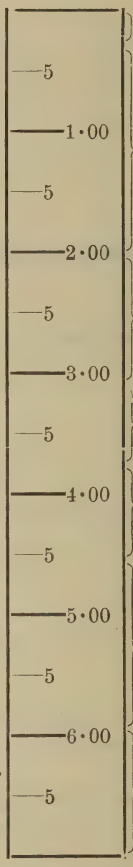
„ 6·00 „ Grober Sand vermischt mit Grand und grösseren Geschieben.

Art der Bohrung. Bis 2·10m Grube ausgegraben, von da an mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 4·20	Tiefe 6·0	m
über 3 mm	1·0	23·3	Procent
zwischen 3—1 „	1·1	12·9	„
„ 1—1/2 „	18·2	31·2	„
„ 1/2—1/4 „	66·0	28·2	„
unter 1/4 „	13·9	4·2	„

Bohrloch *C* VIII (am 7./7. 1888).



Bis 0·20 m Humus. — 0·20 m Humus.

—5

—1·00 — Aufgeschütteter Boden mit gelbem Sande vermischt.

—5

„ 1·65 „ Schutt (Ziegelsteine, Mörtel).

2·00 „ Schutt mit gelbem Sand. —2·00 — 2·00 m

—5 — Gelber Sand.

2·70 „ Gelber Sand.

3·40 „ Gelber Sand mit weissem vermischt, etwas schärferes Korn. —3·00 — 3·00 m

3·60 „ Weisser, scharfer Sand; feucht. — Gelber und weisser Sand ziemlich feinkörnig.

—5

3·80 m

3·80 „ Desgleichen, doch noch etwas gröber. —4·00 — Grauweisser, etwas gröberer Sand, Geschiebe.

4·50 „ Desgleichen. Grössere Geschiebe (Kalk, Feuerstein). —5 — 4·50 m

5·90 „ Der Sand ist noch gröber, zahlreiche grosse Geschiebe, welche das Bohren erschweren. —5·00 — Grauweisser, grober Sand mit vielen Geschieben.

—5

6·50 bis 6·90 „ Desgleichen. Ende der Bohrung. — 5·90 m

—6·00

Anmerkung. Das im Plane I mit *C* VIII bezeichnete Bohrloch führte in 1 m Tiefe auf Ziegelsteingewölbe und Mauerreste. Es wurde daher etwas weiter in der Richtung nach *C* VII hin verlegt. —5 — Sehr grober Sand mit sehr grossen Geschieben.

6·90 m

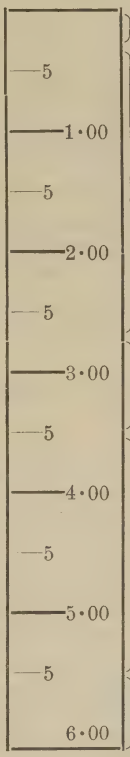
Art der Bohrung. Bis 2·50 m Grube gegraben, von da bis 3·28 m mit dem Trommelbohrer und von hier ab mit dem Ventilbohrer nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 3·60	6·50	6·90	m
über 3 mm	0·0	11·9	8·6	Procent
zwischen 3—1 „	0·3	21·2	14·9	„
„ 1—1/2 „	7·8	45·7	35·4	„
„ 1/2—1/4 „	70·6	17·5	34·7	„
unter 1/4 „	21·4	3·1	6·0	„

Bohrloch *C* IX (am 20./7. 1888).

Bis 0·30m Humus.
Bei 0·30 „ Ziemlich feiner, gelber Sand. Braust schwach mit HCl.
1·75 „ Desgleichen.
2·20 „ Desgleichen.
2·30 „ Desgleichen.
2·50 „ Desgleichen.
2·65 „ Desgleichen.
2·75 „ Der Sand wird feucht; braust nicht mit HCl.
2·80 „ Der Sand wird gröber, grau, feucht; braust sehr schwach.
2·95 „ Desgleichen.
3·15 „ Desgleichen. Feuchtigkeit nimmt zu.
3·35 „ Sand ganz nass u. grob (Grundwasser).
3·50 „ Sand grobkörnig, trieft von Wasser, braust nicht.
4·00 „ Desgleichen.
4·75 „ Desgleichen. Gröbere Geschiebe.
5·00 „ Desgleichen. Ein Stückchen Braunkohle.
5·25 „ Desgleichen. Mehrere Stückchen Braunkohle.
5·50 „ Desgleichen. Gröbere Geschiebe.
5·75 „ Desgleichen.
6·00 „ Desgleichen. Ende der Bohrung.



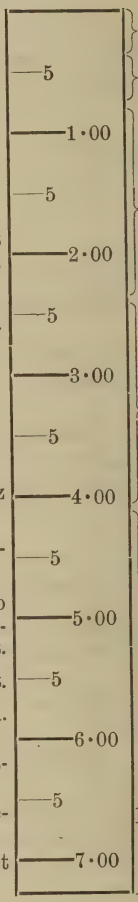
0·30m Humus.
Feiner gelber Sand.
2·75m
Feiner grauer Sand, etwas gröber als vorher.
3·50m
Mittlerer grauer Sand mit Geschieben.
5·50m
Grober Sand mit grösseren Geschieben.
6·00m

Art der Bohrung. Bis 2·75m Grube gegraben, von da zeigt sich Wasser. Bis 4·50m mit dem Trommelbohrer, von da ab mit der Kette gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 3·50	4·50	6·0	m
über 3 mm	2·0	0·2	0·7	Procent
zwischen 3—1 „	3·4	8·4	5·8	„
„ 1 —1/2 „	23·3	50·7	46·0	„
„ 1/2—1/4 „	55·6	31·3	27·4	„
unter 1/4 „	13·5	8·1	20·0	„

Bohrloch *C* X (am 10./8. 1888).



Bis 0·30 m Humus. — 0·30 m Humus.

0·30 „ 0·70 „ Schutt. — 5 — Aufgeschütteter Boden. 0·70 m

0·70 „ 2·30 „ Mittlerer gelber Sand, der mit HCl nicht braust. — 1·00

2·40 „ Mit Feldspathkörnchen reichlich durchsetzter Sand. — 5

2·50 „ Einzelne kleine Geschiebe. — Gelber Sand.

2·75 „ Weisser grobkörniger Sand mit grossen, weissen Quarzkörnchen, braust nicht mit HCl. — 2·00 — 2·50 m

3·05 „ Der Sand wird wieder etwas feinkörniger und feucht. — 5 — 3·00

3·30 „ Der Sand ist ganz feucht. — Weisser Sand. — 5

4·0 „ Mittlerer gelber Sand, braust ganz schwach mit HCl. — 4·00 — 4·00 m

4·75 „ Derselbe Sand mit einigen Lehmstückchen. — 5

5·25 m Das Bohrwasser wird ganz gelb vom Lehm. Der Sand wird grobkörnig u. ist mit Grand vermischt. — 5·00 — Mittlerer gelber Sand, mit Lehm vermischt.

5·50 „ Wie vorhin, mit Lehm vermischt. — 5

5·75 „ Grobkörniger Sand mit Grand u. Lehm, braust schwach mit HCl. — 6·00

6·0 „ Noch schwach lehmhaltiger, mittlerer Sand. — 5 — 6·60 m

6·85 „ Gröberer Sand mit etwas Kohletheilchen gemengt. — Grober Sand mit Grand vermischt.

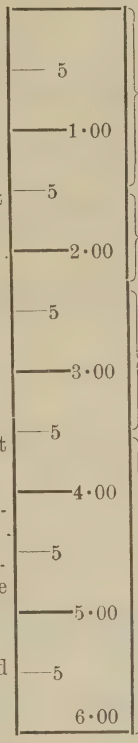
7·10 „ 7·20 „ Gröberer Sand mit Grand. Braust nicht mit HCl. — 7·00 — 7·20 m

Art der Bohrung: Bis 0·7 m gegraben, von 0·7 bis 3·30 m mit dem Trommelbohrer, von da ab mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 3·30	5·50	7·10	m
über 3 mm	0	4·3	2·1	Procent
zwischen 3—1 „	0	15·9	8·1	„
„ 1—1/2 „	3·0	28·9	47·5	„
„ 1/2—1/4 „	53·2	30·5	32·6	„
unter 1/4 „	42·5	19·0	13·4	„

Bohrloch *C* XI (am 22./10. 1888).



Bis 1·50 m Gartenerde. Rasenfläche. — Aufgeschütteter Boden. 1·50 m

1·50 „ Der zu Tage geförderte Sand ist etwas feucht.

1·50 bis 2·25 „ Feiner heller Sand. — Feiner gelber Sand. 2·25 m

2·25 „ 3·50 „ Mittlerer heller Sand.

2·80 „ Der Sand wird etwas schärfer. — Mittlerer gelber Sand.

3·50 „ 6·00 „ Gröberer Sand.

3·50 „ Der Sand ist sehr feucht. 3·50 m

3·60 „ Wasser im Bohrloch; es wird mit Wasser weiter gebohrt.

4·30 „ Kommt wenig Lehm zum Vorschein.

4·50 „ Zahlreiche Grandstücke; das Bohrwasser nimmt eine lehmgelbe Farbe an. — Gröberer gelber Sand.

5·90 „ Sehr grobkörniger Sand; Grand sehr zahlreich.

6·00 „ Desgl. 6·00 m

Art der Bohrung: Bis 1·50 m ausgegraben, von da bis 3·60 m mit dem Trommelbohrer, von da an mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 3·60	Tiefe 6·0	m
über 3 mm	0	22·5	Procent
zwischen 3—1 „	1·3	3·9	„
„ 1—1/2 „	41·4	24·4	„
„ 1/2—1/4 „	38·5	21·4	„
unter 1/4 „	18·9	27·4	„

Bohrloch *D* II (am 30./10. 1888).

Bis 3·70 m Bauschutt, Humus.

Bei 1·75 „ Uebelriechendes Wasser.

3·70 bis 4·50 „ Feiner weisser Sand mit Vegetabilien und Schlamm.

4·50 „ Der Sand wird reiner, braust mit HCl, entwickelt dabei CO_2 u. H_2S.

4·70 „ Desgl.

5·30 „ 5·50 „ Feiner weisser Sand, der einzelne Muscheln enthält.

5·50 „ 5·80 „ Torfader.

5·80 „ 6·50 „ Ganz feiner weisser Sand.

6·50 „ Compakter Torf mit Holzstücken vermischt; darunter eingebettet Muscheln.

8·00 „ 8·20 „ Torf mit Bacillarienerde gemischt.

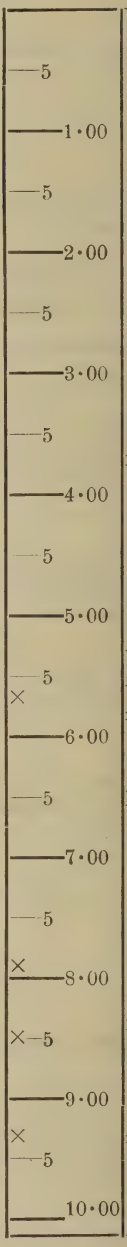
8·30 „ 9·30 „ Hellgraue schlammige Massen (schlammiger Sand mit etwas Bacillarienerde, muschelreich), braust mit HCl.

9·30 „ Die Massen werden dunkler, (viele Muscheln), brausen mit HCl.

10·10 „ Probe ist schwarz, HCl entwickelt CO_2 und H_2S.

Anmerkung. × wenige Diatomeen.

Art der Bohrung: Bis 1·75 m Grube ausgegraben, von 1·75 m an mit Wasser gebohrt.



Aufgeschütteter Boden.

3·70 m

Feiner Sand mit Vegetabilien.

5·30 m Feiner weisser Sand mit Muscheln.

5·50 m Torf.

5·80 m

Sehr feiner weisser Sand.

6·50 m

Torf.

8·30 m

Hellgrauer schlammig. Sand mit wenig Bacillarien und Muscheln.

9·30 m

Dunkle, wie Bacillarienerde aussehende Massen.

10·10 m

Bohrloch *D* IV (1./11. 1888).

Bis 2·00m Aufgeschütteter Boden, Humus, etwas Bauschutt (1·80m übelriechendes Wasser).

2·00„ Feiner Sand mit Schlamm und Vegetabilien.

2·60„ Desgleichen, letztere scheinen sehr reichlich vorhanden zu sein. Sowohl das bei 2·0m, als auch bei 2·60m Erbohrte braust mit HCl unter Entwickelung von CO_2 und etwas H_2S.

3·00„ Holzstücke, Baumrindenreste.

3·20„ Sand wird reichlich; Knochen.

3·40 „ 5·50„ Torf.

3·40„ Der Torf ist reichlich mit Sand gemengt.

3·60„ Feste Torfstücke.

3·70„ Es erscheint wieder Sand mit Schlamm, wahrscheinlich gehört dieser noch den oberen Schichten an.

5·50 „ 5·70„ Dunkelgraue Massen, die mit HCl stark brausen.

5·70 „ 6·50„ Dieselben, aber fast schwarz. HCl entwickelt CO_2 und H_2S.

6·50„ Die Masse wird sandig und setzt beim Abschlämmen im Reagensglase ganz feinen hellgrauen Sand ab (Bacillarien, Muscheln).

8·00„ Es erscheint wieder Bacillarienerde.

8·50„ Es erscheint nochmals Torf, der nächste Bohrer bringt jedoch wieder feinen Sand. Es scheint als ob ganz schwache Adern von Torf und Bacillarienerde im Sande sich befinden, da die geförderten Massen compact waren.

10·00„ Der Sand wird sehr reichlich gegenüber den anderen Bestandtheilen, auch etwas gröber, als der zwischen 6·50 bis 10m liegende.

10·50„ Fast reiner, weissgrauer Sand.

11·00„ Zahlreiche Grandstückchen.

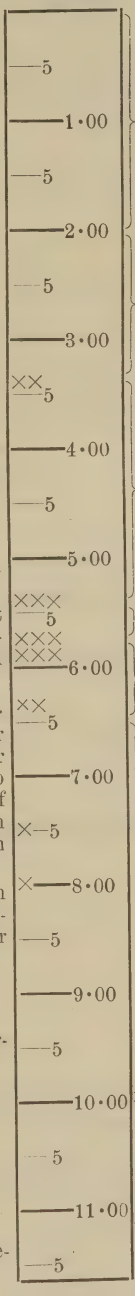
11·10„ Mittlerer, grauweisser Sand, schärfer als bei 10 bis 11·10m.

11·30„ Sand wird noch schärfer.

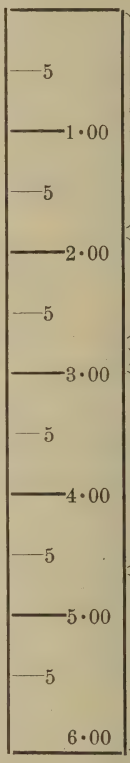
11·60„ Gröberer, grauweisser Sand.

× wenige Diatomeen.
×× viele „
××× sehr viele „

Art der Bohrung. Bis 1·80m Grube ausgegraben, von da an mit Wasser gebohrt.



Bohrloch *D* VI (am 6./11. 1888).



Bis 1·90m Humus. (An der östlichen Seite ein Canal für die Dampfröhren aus dem Kesselhause.)

1·90 „ 2·75 „ Sehr feiner, gelber Sand.

2·50 „ Wasser.

2·75 „ 2·95 „ Sand mit Vegetabilien, Schlamm.

2·95 „ Torf mit feinem Sand gemengt. Der Torf ist bis zu seinem Ende (4·55m) sehr lose und sandig.

4·30 „ Sand mit wenig Torf gemengt.

4·55 „ Gröberer, grauweisser Sand.

5·00 „ Einzelne Kiesstückchen.

5·95 „ Der Sand wird sehr scharf und ist mit Grand gemischt.

6·00 „ Ende.

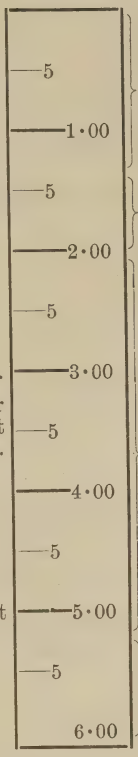
Anmerkung. Das Bohrloch musste verlegt werden und befindet sich von *D* IV 14·50m entfernt.

Art der Bohrung. Bis 1·90m Grube gegraben, von 1·90 bis 2·50m mit dem Trommelbohrer, von da ab mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 5·10	Tiefe 5·95	m
über 3 mm	2·5	26·3	Procent
zwischen 3—1 „	5·5	5·8	„
„ 1—1/2 „	33·9	26·4	„
„ 1/2—1/4 „	29·0	27·9	„
unter 1/4 „	28·8	13·4	„

Bohrloch *D* VIII (am 7./11. 1888).



Bis 1·35m Humus, Bauschutt. — Aufgeschütteter Boden.

1·35 „ Der erbohrte Sand ist staubförmig und ockerfarben. — 1·35m

Feiner, gelber Sand (Dünensand). — 2·00m

3·40 „ Der Sand wird feucht und heller.

3·50 „ 3·70 „ Wasser (3·50m). Hier wird der Sand wieder ockerfarben, behält aber seine mittlere Korngrösse bei.

3·70 „ Der Sand wird wieder hell. — Mittlerer, heller Sand.

5·10 „ Der Sand wird gröber und bleibt hell. — 5·10m

5·70 „ Zahlreiche Grandstücke.

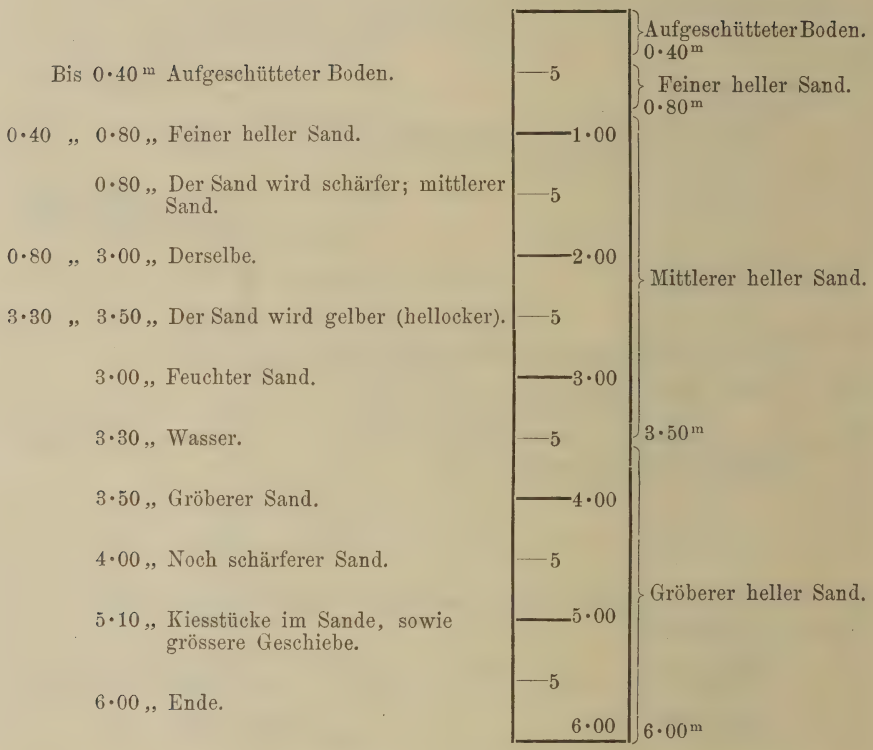
6·00 „ Ende. — Gröberer, heller Sand. — 6·00m

Art der Bohrung. Bis 1·35m Grube ausgegraben, von da bis 3·50m mit Trommelbohrer, von hier ab mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 3·50	4·50	5·50	6·00	m
über 3 mm	0·0	0·0	37·8	23·7	Procent
zwischen 3—1 „	0·9	0·7	2·3	1·9	„
„ 1—1/2 „	8·4	7·9	26·7	35·0	„
„ 1/2—1/4 „	51·5	27·7	20·1	23·3	„
unter 1/4 „	39·3	63·7	13·1	16·0	„

Bohrloch *D* X (am 7./11. 1888).



Art der Bohrung: Bis 2·00 m ausgegraben, von 2·0 bis 3·30 m mit dem Trommelbohrer und von 3·30 m an nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 3·0	3·30	4·0	5·10	6·0	m
über 3 mm	0·0	0·0	3·0	25·1	59·8	Procent
zwischen 3—1 „	0·9	0·5	5·6	4·4	4·2	„
„ 1—1/2 „	21·9	7·7	43·0	32·1	19·5	„
„ 1/2—1/4 „	60·3	49·1	32·2	25·4	10·2	„
unter 1/4 „	16·9	42·7	16·4	12·9	6·6	„

Bohrloch *D* XII (am 8./11. 1888).

Bis 2·65 m zuerst Humusschicht, dann aufgeschütteter feiner Sand.

1·90 „ Ziegelsteine, etwas Kalk.

2·00 „ 2·65 „ Der Sand ist theilweise mit Humus gemengt und enthält Fragmente von Bauschutt.

2·65 „ 2·75 „ Mittlerer Sand von ockergelber Farbe.

3·00 „ Feucht.

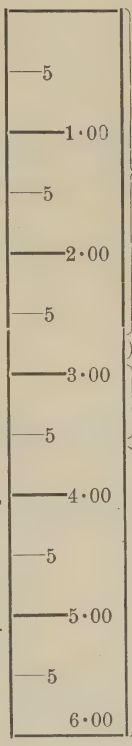
3·15 „ Wasser. Der Sand, welcher von 2·75 m an hell war, wird etwas gelber.

3·50 „ Der Sand wird schärfer u. ist gelb, enthält einzelne Kiesstückchen.

4·50 „ Grand zahlreich.

5·00 „ Sehr grober Sand, Grand und Geschiebe dazwischen.

6·00 „ Ende.



Aufgeschütteter Boden, meist feiner Sand. 2·65 m

Ockergelb. mittl. Sand. 2·75 m

Mittlerer heller Sand. 3·50 m

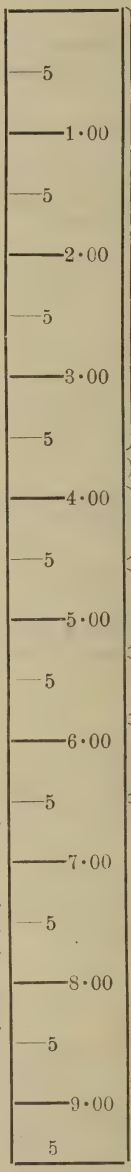
Gröberer heller Sand. 6·00 m

Art der Bohrung: Bis 1·90 m ausgegraben, von 1·90 bis 3·15 m mit dem Trommelbohrer, von 3·15 m an mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 3·0	3·80	4·50	5·50	m
über 3 mm	0·3	1·8	1·7	7·9	Procent
zwischen 3—1 „	1·8	1·9	4·1	7·8	„
„ 1—1/2 „	39·3	24·3	34·8	36·0	„
„ 1/2—1/4 „	46·4	50·3	42·9	33·5	„
unter 1/4 „	12·0	22·0	16·1	14·7	„

Bohrloch *E* III (am 9./11. 1888).



Bis 3·70 m Erst Bauschutt bis ca. 0·95 m, dann Sand bis ca 1·25 m, dann Humus, dann wieder Sand, darauf Humus.

2·65 „ Uebelriechendes Wasser.

3·70 bis 3·80 „ Ganz feiner weisser Sand.

3·80 „ 4·50 „ Torf.

4·50 „ 5·00 „ Ganz feiner Sand von grauer Farbe, riecht stark nach H_2S.

5·00 „ Schlammiger Sand mit grauem Sande sehr reichlich gemengt.

5·15 „ 5·80 „ Grauweisser mittlerer Sand.

5·80 „ Schlammiger Sand mit dem vorigen Sande vermengt, braust mit HCl, zum geringen Theil in der Säure löslich, im Röhrchen setzt sich aus der HCl-Lösung ganz feiner weisser Sand ab.

5·80 „ 6·50 „ Der Sand wird etwas gröber, reiner und ist schon mit Kies vermengt.

6·50 „ Der Sand wird wieder feinkörnig und enthält Muschelreste, das ablaufende Wasser hatte eine grünliche Farbe.

8·30 „ Sand von derselben Beschaffenheit.

8·70 „ Der Sand wird wieder gröber.

9·10 „ Zahlreiche Kiesstücke.

9·50 „ Ende.

Aufgeschütteter Boden.

3·70 m Feiner weisser Sand.

3·80 m Torf.

4·50 m Schlammiger Sand.

5·15 m Grauweisser, mittlerer Sand m. etwas Schlamm

5·80 m Mittlerer, grauweisser Sand.

6·50 m Feiner grauweisser Sand, Stich in's Grünliche (Muscheln).

8·70 m Mittlerer Sand, grau.

9·50 m

Art der Bohrung: Bis 2·65 m ausgegraben, von 2·65 m an nass gebohrt.

Bohrloch *E* IV (am 12./11. 1888).

Bis 1·30 m Aufgeschütteter Boden, Humus, dann Sand.

1·30 „ 1·70 „ Ganz feiner ockergelber Sand.

1·70 „ 2·25 „ Hellgelber mittlerer Sand.

2·25 „ Der Sand wird wieder ockerfarben.

3·00 „ „ „ wird weiss.

3·45 „ Feucht und etwas schärfer.

3·55 „ Wasser; Sand mit gröberem Korn.

4·00 „ Einzelne Stücke Grand.

4·80 „ Sehr grobkörniger Sand.

5·90 „ Desgleichen mit etwas Thon und Grand.

Aufgeschütteter Boden. 1·30 m

Dünensand. 1·70 m

Mittlerer Sand von wechselnder Farbe. 3·55 m

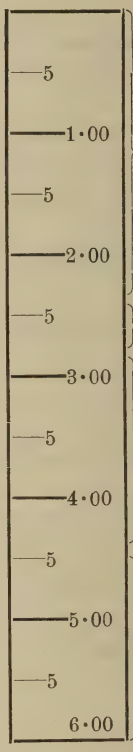
Gröberer Sand. 6·0 m

Art der Bohrung: Bis 1·30 m ausgegraben; von 1·30 bis 3·55 m mit dem Trommelbohrer, von da an mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 1·70	2·50	3·55	4·0	5·0	6·0	m
über 3 mm	0	0·4	1·3	1·9	14·9	36·3	Proc.
zwischen 3—1 „	1·7	1·3	0·9	2·1	3·7	5·8	„
„ 1—1/2 „	31·8	28·2	26·0	36·6	36·6	28·7	„
„ 1/2—1/4 „	52·7	52·7	42·1	44·9	34·1	17·5	„
unter 1/4 „	13·1	16·1	28·8	14·1	11·1	12·1	„

Bohrloch *E* V (am 14./11. 1888).



Bis 2·25 m Aufgeschütteter Boden, Humus.
2·25 „ Etwas Bauschutt (Ziegelsteine).
2·25 „ 2·80 „ Feiner gelber Sand.
2·80 „ Der Sand wird etwas schärfer.
3·50 „ „ „ wird noch schärfer, als vorher, und feucht.
3·80 „ Wasser.
4·40 „ Gröberer Sand, einzelne Grandstücke.
5·00 „ Grand in zahlreicher Menge, Sand sehr grob.
5·10 „ Desgl.
5·20 „ Desgl.
5·50 „ Desgl.
5·75 „ Desgl., etwas Lehm.

Aufgeschütteter Boden.
2·25 m
Feiner gelber Sand.
2·80 m
Mittlerer gelber Sand.
4·40 m
Gröberer gelber Sand.
6·0 m

Anmerkung: Das Bohrloch ist verlegt. Es liegt 44 m vom Bohrloch *E* IV entfernt und 8 m von der Wand des Querflügels der neuen Charité.

Art der Bohrung: Bis 2·25 m ausgegraben; von 2·25 bis 3·80 m mit dem Trommelbohrer, von da ab mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 2·60	3·20	4·40	5·0	5·75	6·00	m
über 3 mm	0·3	0	0·7	0	16·8	9·7	Proc.
zwischen 3—1 „	0·5	2·4	0·8	1·9	4·9	19·2	„
„ 1—1/2 „	12·2	33·6	14·7	30·4	37·8	46·6	„
„ 1/2—1/4 „	36·0	48·0	54·9	48·7	28·7	19·2	„
unter 1/4 „	50·9	15·9	29·1	18·1	10·8	5·2	„

Bohrloch *E* VIII (am 14./11. 1888).

Bis 0·90 m } Aufgeschütteter Boden, der nicht horizontal mit dem gewachsenen
bezw. 0·65 „ } Sande abschnitt.

0·90 bis 1·60 „ Ganz feiner gelber Sand.

1·60 „ 1·90 „ Ganz feiner weisser Sand.

1·60 „ Ein wenig schärferer Sand.

1·90 „ Sand ist mittleren Kornes, sehr hell.

3·30 „ Ganz weisser Sand.

3·40 „ Das Korn wird gröber.

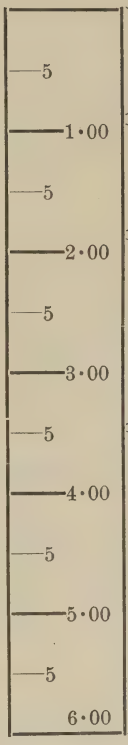
3·60 „ Feuchter Sand.

3·70 „ Wasser.

4·80 „ Grober Sand mit Grand.

5·10 „ Der Sand wird sehr grobkörnig, grössere Geschiebe.

5·50 „ Desgl.



Aufgeschütteter Boden. 0·90 m

Feiner gelber und weisser Sand. 1·90 m

Mittlerer heller Sand. 3·40 m

Gröberer heller Sand. 6·0 m

Art der Bohrung: Bis 1·60 m ausgegraben; von 1·60 bis 3·70 m mit der Trommel, von da ab mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 3·30	3·70	4·50	5·10	5·50	6·00	m
über 3 mm	0	0	2·8	10·1	5·3	3·2	Proc.
zwischen 3—1 „	1·6	0·5	9·4	8·6	6·6	4·7	„
„ 1—½ „	26·0	4·1	37·7	44·4	44·2	45·6	„
„ ½—¼ „	61·4	60·3	33·0	26·7	33·8	30·9	„
unter ¼ „	9·9	34·7	16·0	9·9	10·7	14·5	„

Bohrloch *F* I (am 16./11. 1888).

Bis 1·20 m Humus, Bauschutt.

0 „ 1·30 „ Feiner, gelber Sand.

1·30 „ 2·50 „ Mittlerer, gelbweisser Sand.

2·50 „ 2·90 „ Der Sand wird ockergelb, bei

2·90 „ wieder weiss, bei

3·10 „ wieder dunkelockerfarben. Er ist mit sehr feinem Sand gemischt und etwas feucht.

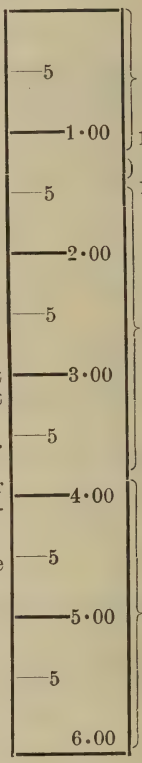
3·30 „ Der Sand wird hellgelb u feuchter.

3·50 „ Wasser.

3·90 „ Der Sand ist gröber, von weisser Farbe und enthält kleinere Kiesstücke.

4·50, 5·0 u. 5·50 m Sehr grobkörnig, zahlreiche Grandstücke.

6·00 „ Grössere Geschiebe.



Aufgeschütteter Boden. 1·20 m

Feiner, gelber Sand. 1·30 m

Mittlerer, heller Sand. 3·90 m

Gröberer, heller Sand. 6·0 m

Art der Bohrung: Bis 1·30 m ausgegraben; von 1·30 bis 3·50 m mit dem Trommelbohrer, von da ab mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe									
	1·50	2·50	2·90	3·10	3·50	4·0	4·50	5·0	6·0	m
über 3 mm	0·0	0·8	0·0	2·3	0·4	0·0	9·4	1·4	43·4	Procent
zwischen 3—1 „	2·8	11·2	0·5	1·7	4·7	13·3	10·5	8·7	2·4	„
„ 1—1/2 „	34·8	47·15	12·8	9·5	18·4	38·7	44·8	48·1	30·6	„
„ 1/2—1/4 „	52·0	30·7	59·8	25·7	45·9	28·8	22·9	27·5	20·3	„
unter 1/4 „	9·6	9·5	25·9	60·0	29·9	19·4	11·7	14·0	3·5	„

Bohrloch *F* II (am 16./11. 1888).

Bis 0·65 m } Aufgeschütteter Boden (an den
0·75 „ } vier Seiten der Grube verschie-
1·10 „ } den tief endend).

1·10 „ 1·60 „ Feiner, gelber Sand.

1·60 „ 2·25 „ Der Sand ist fein und weiss.

2·25 „ Sand mittleren Kornes, gelbweiss, einzelne Kiesstückchen.

3·00 „ Etwas gröberer Sand.

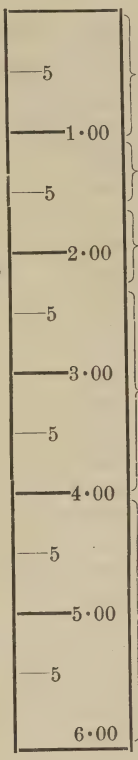
3·80 „ Feuchter Sand.

4·00 „ Wasser.

4·00 „ 6·00 „ Gröberer, gelbweisser Sand.

5·00 „ Gröbere Kiesstücke im Sande.

5·50 „ Desgleichen, Grand.



Aufgeschütteter Boden.
1·10 m
Dünensand.
1·60 m
Feiner, weisser Sand.
2·25 m
Mittlerer, weisser Sand.
4·0 m
Gröberer, weisser Sand.
6·0 m

Art der Bohrung: Bis 1·60 m ausgegraben, von 1·60 bis 4 m mit dem Trommelbohrer, von da ab mit Wasser gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 1·60	2·25	2·60	3·0	4·0	5·0	5·50	m
über 3 mm	0·0	3·2	0·0	0·0	0·8	0·6	2·3	Procent
zwischen 3—1 „	0·3	2·2	0·7	5·9	1·2	16·2	15·3	„
„ 1—1/2 „	9·4	22·4	12·9	53·0	57·9	55·4	44·9	„
„ 1/2—1/4 „	56·0	48·5	70·7	29·0	34·8	22·7	22·9	„
unter 1/4 „	35·1	23·4	15·2	11·7	5·0	5·4	13·2	„

Grundwassermessungen auf den

Verzeich

Grundwasserstand über dem Nullpunk

Datum	Kessel-brunnen		*A* II	*A* V	*C* I	*C* II	*C* III	*C* IV	*C* V	*C* VII	*C* VII
1888	Nr. I m	Nr. II m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
30. Juni	0·72	0·72							0·72	0·71	
4. Juli	0·71	0·71							0·69	0·68	
7. „	0·70	0·70							0·69	0·67	
11. „	0·70	0·70							0·69	0·67	
14. „	0·70	0·70							0·69	0·67	
18. „	0·69	0·69						0·68	0·69	0·67	0·68
21. „	0·69	0·69						0·68	0·68	0·67	—
25. „	0·67	0·68						0·67	0·67	—	—
28. „	0·68	0·69					0·66	0·68	0·69	0·67	—
1. August	0·67	0·68					0·66	0·66	0·67	0·65	0·67
4. „	0·67	0·68					—	0·66	0·67	0·65	0·67
8. „	0·66	0·67					—	0·65	0·65	0·64	0·66
11. „	0·65	0·66					0·64	0·64	0·64	0·63	0·65
15. „	0·64	0·65					0·63	0·63	0·64	0·62	0·64
18. „	0·64	0·65					0·63	0·63	0·64	0·62	0·64
22. „	0·63	0·64					0·62	0·64	0·62	0·61	0·62
25. „	0·62	0·63					0·63	—	0·63	0·61	—
29. „	0·63	0·64					0·64	—	0·63	0·62	—
1. Sept.	0·61	0·61					0·61	—	0·60	0·59	0·61
5. „	0·60	0·60					0·61	—	0·61	—	0·60
8. „	0·62	0·62					0·62	—	0·61	—	0·61
12. „	0·60	0·60			2·08	1·16	0·60	0·73	—	0·60	0·60
15. „	0·61	0·61			2·17	1·22	0·61	0·74	—	0·61	0·60
19. „	0·59	0·60			2·14	1·19	0·61	0·74	—	0·61	0·60
22. „	0·60	0·61			2·15	1·18	0·62	0·75	—	0·62	0·61
26. „	0·60	0·60			2·13	1·16	0·59	0·71	—	0·60	0·59
29. „	0·60	0·60			2·14	1·17	0·60	0·72	—	0·61	0·60
3. Octbr.	0·60	0·60			2·15	1·18	0·60	0·74	—	0·60	0·60
6. „	0·59	0·60			2·11	1·11	0·57	0·70	—	0·58	0·58
10. „	0·59	0·59			2·13	1·18	0·58	0·74	—	0·59	0·59
12. „	0·61	0·61			2·18	1·25	0·61	0·77	—	0·61	0·61
17. „	0·64	0·64			2·20	1·31	0·64	0·80	0·64	0·64	0·63
20. „	0·64	0·64			2·19	1·30	0·64	0·79	0·62	0·64	0·63
24. „	0·63	0·63			2·20	1·32	0·62	0·79	0·64	0·62	0·62
27. „	0·64	0·64		0·65	2·19	1·30	0·65	0·81	0·67	0·64	0·64
31. „	0·67	0·67	0·79	0·67	2·20	1·30	0·67	0·83	0·69	0·67	0·66
3. Novbr.	0·68	0·68	0·79	0·69	2·26	1·38	0·69	0·85	0·69	0·68	0·68
7. „	0·68	0·68	0·78	0·69	2·23	1·34	0·69	0·85	0·68	0·69	0·68
9. „	0·68	0·68	0·76	0·69	2·21	1·31	0·69	0·83	0·69	0·68	0·68
13. „	0·68	0·68	0·78	0·69	2·21	1·30	0·69	0·83	0·65	0·69	0·68
16. „	0·65	0·65	0·76	0·66	2·19	1·28	0·66	0·81	0·68	0·66	0·65
20. „	0·66	0·66	0·80	0·67	2·21	1·28	0·67	0·81	0·69	0·67	0·66

ındstücke der Charité.

s C.

Dammmühlen-Pegels (Spree).

X	*C* X	*C* XI	*D* II	*D* VI	*D* X	*E* III	*E* V	*F* II	Spreewasser-stand. (Unterwasser)	Standrohr vor dem Invalidenpark
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
									0·70	0·83
									0·74	0·78
									0·79	0·76
									0·80	0·74
									0·79	0·74
									0·81	0·73
2									0·87	0·73
1									0·86	0·72
2									0·87	0·71
1									0·85	0·70
0									0·80	0·70
9									0·79	0·69
									0·79	0·68
									0·78	0·67
									0·77	0·66
3	0·68								0·69	0·65
2	—								0·72	0·64
3	—								0·73	0·63
1	0·62								0·68	0·63
0	0·61								0·70	0·62
1	0·62								0·71	0·61
0	0·61								0·65	0·62
0	0·61								0·65	0·61
0	0·60								0·66	0·60
1	0·61								—	0·60
9	0·60								—	0·60
9	0·60								0·61	0·60
9	0·60								0·60	0·60
8	0·58								0·58	0·59
9	0·59								0·65	0·58
1	0·61								0·64	0·60
3	0·63								0·80	0·61
3	0·63								0·80	0·61
2	0·62	0·60							0·64	0·62
4	0·64	0·63							0·77	—
6	0·66	0·65							0·80	0·64
7	0·67	0·66	1·48						0·91	0·65
7	0·67	—	1·57	0·68					0·88	0·64
7	0·67	0·67	1·55	0·67					0·88	0·64
8	0·68	0·67	1·57	0·67	0·67				0·87	0·64
5	0·65	0·65	1·54	0·64	0·63	0·63	0·63		0·71	0·64
5	0·66	0·65	1·50	0·65	0·64	0·64	0·64	0·64	0·85	0·64

Verzeichniss C.

Datum	Kessel-brunnen		*A* II	*A* V	*C* I	*C* II	*C* III	*C* IV	*C* V	*C* VII	*C* VI
	Nr. I	Nr. II									
1888	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
23. Novbr.	0·67	0·67	0·77	0·69	—	1·36	0·68	0·86	0·69	0·69	0·6
27. „	0·77	0·77	0·87	0·79	2·36	1·58	0·80	0·98	0·78	0·77	0·7
30. „	0·78	0·78	0·89	0·80	—	1·59	0·81	1·01	0·80	0·80	0·7
4. Decbr.	0·81	0·81	0·87	0·81	—	1·54	0·82	1·02	0·82	0·81	0·8
7. „	0·82	0·82	0·89	0·82	2·35	1·53	0·82	1·02	0·81	0·82	0·8
11. „	0·82	0·82	0·90	0·83	2·36	1·50	0·83	1·02	0·85	0·82	0·8
14. „	0·81	0·82	0·91	0·82	2·32	1·49	0·82	1·02	0·85	0·82	0·8
18. „	0·80	0·81	0·90	0·81	2·30	1·47	0·81	1·00	0·85	0·81	0·8
21. „	0·84	0·85	0·94	0·84	2·36	1·50	0·84	1·03	0·86	0·84	0·8
28. „	0·87	0·87	0·93	0·83	—	1·49	0·85	1·03	0·86	0·86	0·8
1889											
2. Januar	0·84	0·85	0·91	0·80	2·34	1·47	0·83	0·98	0·84	0·83	0·8
4. „	0·81	0·81	0·87	0·81	2·30	1·40	0·81	0·98	0·80	0·81	0·8
8. „	0·74	0·74	0·84	0·74	—	1·38	0·73	0·92	0·73	0·76	0·7
12. „	0·73	0·74	0·84	0·73	—	1·37	0·73	0·92	0·73	0·73	0·7
18. „	0·71	0·72	0·78	0·69	—	1·26	0·70	0·87	0·70	0·70	0·7
22. „	0·71	—	—	0·70	—	—	—	—	—	—	—
23. „	—	—	—	—	—	1·24	0·70	0·85	0·70	0·70	0·6
25. „	—	0·72	—	0·71	—	1·24	0·70	0·86	0·70	0·71	0·7
29. „	—	0·70	—	0·69	—	1·28	0·70	0·86	0·70	0·70	0·6
1. Febr.	—	0·70	—	0·69	—	1·26	0·70	0·88	0·70	0·70	0·6
5. „	—	0·73	—	0·75	2·16	1·36	0·75	0·90	0·74	0·74	0·7
8. „	—	0·76	—	0·77	2·18	1·38	0·77	0·93	0·78	0·78	0·7
12. „	—	0·70	—	0·70	—	1·28	0·70	0·86	0·70	0·70	0·6
15. „	—	0·68	—	0·66	—	1·41	0·66	0·85	0·66	0·67	0·6
19. „	—	0·69	—	0·67	—	—	0·69	0·86	0·68	0·68	0·6
22. „	—	0·75	—	0·75	2·16	1·65	0·76	0·98	0·75	0·75	0·7
26. „	—	0·80	—	0·80	—	—	0·81	1·03	0·80	0·80	0·7
1. März	—	0·80	—	0·80	—	—	0·82	1·04	0·81	0·80	0·8
8. „	—	0·82	—	0·82	—	1·70	0·83	1·05	0·83	0·82	0·8
15. März	—	0·85	—	0·86	2·38	1·73	0·87	1·10	0·86	0·86	0·8
22. „	—	1·03	—	1·05	2·54	1·74	1·06	1·25	1·05	1·03	1·0
29. „	—	1·26	—	1·30	2·56	1·80	1·31	1·47	1·28	1·26	1·2
12. April	—	1·86	—	1·90	2·70	1·83	1·90	1·89	1·86	1·85	1·8
16. „	—	1·91	—	1·93	2·73	1·85	1·93	1·93	1·91	1·90	1·8
20. „	—	1·92	—	1·93	2·78	1·84	1·93	1·93	1·91	1·91	1·9
24. „	—	1·87	—	1·87	2·79	1·88	1·88	1·90	1·87	1·86	1·8
26. „	—	1·81	—	1·81	2·79	1·87	1·81	1·86	1·80	1·80	1·7
30. „	—	1·74	—	1·72	2·80	1·90	1·72	1·80	1·72	1·73	1·7
3. Mai	—	1·65	—	1·63	2·75	1·81	1·62	1·72	1·63	1·64	1·6
7. „	—	1·54	—	1·52	2·74	1·77	1·52	1·63	1·53	1·54	1·5

Fortsetzung.)

X	*C* X	*C* XI	*D* II	*D* VI	*D* X	*E* III	*E* V	*F* II	Spreewasser-stand. (Unterwasser)	Standrohr vor dem Invalidenpark
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
3	0·67	0·66	1·61	0·68	0·66	0·67	0·66	0·68	0·88	0·65
4	0·75	0·73	1·78	0·77	0·74	0·76	0·74	0·73	1·02	0·68
7	0·78	0·76	1·83	0·78	0·77	0·77	0·76	0·76	1·00	0·70
0	0·80	0·74	1·82	0·80	0·78	0·79	0·78	0·78	1·02	0·73
0	0·81	0·80	1·77	0·80	0·79	0·78	0·79	0·79	0·98	0·74
1	0·81	0·81	1·85	0·81	0·80	0·80	0·80	0·80	0·98	0·75
1	0·82	0·81	1·76	0·81	0·80	0·79	0·79	0·80	0·96	0·76
9	0·80	0·79	1·75	0·79	0·79	0·78	0·78	0·78	9·94	0·77
2	0·82	0·82	1·80	0·83	0·81	0·81	0·81	0·81	0·99	0·77
4	0·85	0·84	1·75	0·84	0·83	0·82	0·83	0·83	0·96	0·80
1	0·83	0·82	1·73	0·82	0·81	0·79	0·81	0·81	—	0·80
2	0·82	0·82	1·75	0·81	0·80	0·80	0·83	0·91	0·72	0·80
5	0·75	0·76	1·78	0·75	0·74	0·73	0·77	0·84	0·66	0·78
4	0·73	0·73	1·80	0·74	0·72	0·73	0·76	0·83	0·72	0·74
1	0·70	0·71	1·74	0·72	0·70	0·70	0·73	0·80	0·68	0·71
	—	0·70	—	—	0·69	—	0·73	0·81	0·71	0·70
0	0·70	—	—	—	—	—	—	—	0·71	0·70
1	0·71	0·71	—	—	0·70	—	0·74	0·82	0·70	0·69
0	0·70	0·70	—	—	0·68	—	0·73	0·80	0·70	0·69
0	0·70	0·70	—	—	0·68	—	0·73	0·80	0·69	0·69
4	0·73	0·71	—	—	0·72	—	0·75	0·83	0·91	0·70
8	0·77	0·74	—	—	0·75	—	0·79	0·87	0·91	0·70
0	0·70	0·70	—	—	0·68	—	0·72	0·82	0·73	0·72
7	0·68	0·68	—	—	0·66	—	0·96	0·80	0·60	0·70
9	0·67	0·67	—	—	0·66	—	0·69	0·77	0·83	0·68
5	0·74	0·73	—	—	0·73	—	0·77	0·84	0·97	0·68
0	0·79	0·78	—	—	0·78	—	0·82	0·89	1·07	0·70
1	0·80	0·78	—	—	0·79	—	0·82	0·90	1·00	0·72
3	0·81	0·80	—	—	0·80	—	0·84	0·91	1·00	0·71
6	0·84	0·83	—	—	0·85	—	0·87	0·93	1·15	0·73
2	0·99	0·95	—	—	1·00	—	1·02	1·07	1·50	0·79
4	1·21	1·15	—	—	1·21	—	1·24	1·29	1·93	0·93
1	1·79	1·75	—	—	1·78	—	1·79	1·81	2·60	1·43
8	1·86	1·82	—	—	1·85	—	1·86	1·89	2·53	1·55
0	1·88	1·86	—	—	1·87	—	1·88	1·92	2·40	1·63
6	1·84	1·84	—	—	1·84	—	1·85	1·90	2·21	1·67
1	1·79	1·79	—	—	1·79	—	1·80	1·85	2·10	1·67
4	1·72	1·72	—	—	1·71	—	1·73	1·78	1·95	1·63
6	1·64	1·66	—	—	1·64	—	1·66	1·72	1·76	1·59
7	1·60	1·57	—	—	1·54	—	1·56	1·63	(6./V. 1·62)	1·52

Verzeichniss D.

Grundwasserabstand von der Bodenoberfläche.

Datum	*A* II	*A* V	Kessel-brunnen I	Kessel-brunnen II	*C* I	*C* II	*C* III	*C* V	*C* VII	*C* VIII	*C* IX	*C* X	*C* XI	*D* II	*D* VI	*D* X	*E* III	*E* V	*F* II
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
30. Juni 1888			3·49	3·53				2·92	3·34										
4. Juli			3·50	3·55				2·95	3·37										
7. „			3·51	3·56				2·95	3·38										
11. „			3·51	3·56				2·95	3·38										
14. „			3·51	3·56				2·95	3·38										
18. „			3·52	3·57				2·95	3·38	3·18									
21. „			3·52	3·57				2·96	3·38	—	3·46								
25. „			3·54	3·58				2·97	—	—	3·47								
28. „			3·53	3·57			2·19	2·95	3·38	—	3·46								
1. Aug. „			3·54	3·58			2·19	2·97	3·40	3·19	3·47								
4. „			3·54	3·58			—	2·97	3·40	3·19	3·48								
8. „			3·55	3·59			—	2·99	3·41	3·20	3·49								
11. „			3·56	3·60			2·21	3·00	3·42	3·21	—								
15. „			3·57	3·61			2·22	3·00	3·43	3·22	—								
18. „			3·57	3·61			2·22	3·00	3·43	3·22	—								
22. „			3·58	3·62			2·23	3·02	3·44	3·24	3·45	3·41							
25. „			3·59	3·63			2·22	3·01	3·44	—	3·46	—							
29. „			3·58	3·62			2·21	3·01	3·43	—	3·45	—							
1. Sept. „			3·60	3·65			2·24	3·04	3·46	3·25	3·47	3·47							
5. „			3·61	3·66			2·24	3·03	—	3·26	3·48	3·48							
8. „			3·59	3·64			2·23	3·03	—	3·25	3·47	3·47							
12. „			3·61	3·66	1·74	1·01	2·25	—	3·45	3·26	3·48	3·48							
15. „			3·60	3·65	1·65	0·95	2·24	—	3·44	3·26	3·48	3·48							
19. „			3·62	3·66	1·68	0·98	2·24	—	3·44	3·26	3·48	3·49							
22. „			3·61	3·65	1·67	0·99	2·23	—	3·43	3·25	3·47	3·48							
26. „			3·61	3·66	1·69	1·01	2·26	—	3·45	3·27	3·49	3·49							
29. „			3·61	3·66	1·68	1·00	2·25	—	3·44	3·26	3·49	3·49							
3. Oct. „			3·61	3·66	1·67	0·99	2·25	—	3·45	3·26	3·49	3·49							
6. „			3·62	3·66	1·71	1·06	2·28	—	3·47	3·28	3·50	3·51							
10. „			3·62	3·67	1·69	0·99	2·27	—	3·46	3·27	3·49	3·50							

Datum	*A* II	*A* V	Kesselbrunnen I	Kesselbrunnen II	*C* I	*C* II	*C* III	*C* V	*C* VII	*C* VIII	*C* IX	*C* X	*C* XI	*D* II	*D* VI	*D* X	*E* III	*E* V	*F* II
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
12. Oct. 1888			3·60	3·65	1·64	0·92	2·24	—	3·44	3·25	3·47	3·48							
17. „			3·57	3·62	1·62	0·86	2·21	3·00	3·41	3·23	3·45	3·46							
20. „			3·57	3·62	1·63	0·87	2·21	3·00	3·41	3·23	3·45	3·46							
24. „			3·58	3·63	1·62	0·85	2·23	3·02	3·43	3·24	3·46	3·47	3·57						
27. „		2·85	3·57	3·62	1·63	0·87	2·20	3·00	3·41	3·22	3·44	3·45	3·54						
31. „	2·06	2·83	3·54	3·59	1·62	0·87	2·18	2·97	3·38	3·20	3·42	3·43	3·52						
3. Nov. „	2·06	2·81	3·53	3·58	1·56	0·79	2·16	2·95	3·37	3·18	3·41	3·42	3·51	1·67					
7. „	2·07	2·81	3·53	3·58	1·59	0·83	2·16	2·95	3·36	3·18	3·41	3·42	—	1·58	2·99				
9. „	2·09	2·81	3·53	3·58	1·61	0·86	2·16	2·96	3·37	3·18	3·41	3·42	3·50	1·60	3·00				
13. „	2·07	2·81	3·53	3·58	1·61	0·87	2·16	2·95	3·36	3·18	3·40	3·41	3·50	1·58	3·00	3·11			
16. „	2·09	2·84	3·56	3·61	1·63	0·89	2·19	2·99	3·39	3·21	3·43	3·44	3·52	1·61	3·03	3·15	2·84	3·86	
20. „	2·05	2·83	3·55	3·60	1·61	0·89	2·18	2·96	3·38	3·20	3·43	3·43	3·51	1·65	3·02	3·14	2·83	3·85	3·94
23. „	2·08	2·81	3·54	3·59	—	0·81	2·17	2·95	3·36	3·18	3·42	3·42	3·44	1·54	2·99	3·12	2·80	3·83	3·90
27. „	1·98	2·71	3·44	3·49	1·46	0·59	2·05	2·86	3·28	3·10	3·34	3·34	3·41	1·37	2·90	3·04	2·71	3·75	3·85
30. „	1·95	2·70	3·43	3·48	—	0·58	2·04	2·83	3·25	3·07	3·31	3·31	3·43	1·32	2·89	3·01	2·70	3·73	3·82
4. Dec. „	1·98	2·69	3·40	3·45	—	0·63	2·03	2·81	3·24	3·05	3·28	3·29	3·37	1·33	2·87	3·00	2·68	3·71	3·80
7. „	1·96	2·68	3·39	3·44	1·47	0·64	2·03	2·82	3·23	3·05	3·28	3·28	3·36	1·38	3·01	2·99	2·69	3·70	3·79
11. „	1·95	2·67	3·39	3·44	1·46	0·67	2·02	2·81	3·23	3·04	3·27	3·28	3·36	1·30	2·86	2·98	2·67	3·69	3·78
14. „	1·94	2·68	3·40	3·44	1·50	0·68	2·03	2·79	3·23	3·04	3·27	3·27	3·38	1·39	2·86	2·98	2·68	3·70	3·78
18. „	1·95	2·69	3·41	3·45	1·52	0·70	2·04	2·81	3·24	3·06	3·29	3·29	3·35	1·40	2·88	2·99	2·69	3·71	3·80
21. „	1·91	2·66	3·37	3·41	1·46	0·67	2·01	2·79	3·21	3·03	3·26	3·27	3·33	1·35	2·84	2·97	2·66	3·68	3·77
28. „	1·92	2·67	3·35	3·39	—	0·68	2·00	2·78	3·19	3·01	3·24	3·24	3·35	1·40	2·83	2·95	2·65	3·66	3·75
2. Jan. 1889	1·94	2·70	3·37	3·41	1·48	0·70	2·02	2·80	3·22	3·03	3·21	3·26	3·35	1·42	2·85	2·97	2·68	3·68	3·77
4. „	1·98	2·69	3·40	3·45	1·52	0·77	2·04	2·84	3·24	3·05	3·26	3·27	3·41	1·40	2·86	2·98	2·67	3·66	3·67
8. „	2·01	2·76	3·47	3·52	—	0·79	2·12	2·91	3·29	3·13	3·33	3·34	3·44	1·36	2·92	3·04	2·74	3·72	3·74
12. „	2·01	2·77	3·48	3·52	—	0·80	2·12	2·91	3·32	3·13	3·34	3·36	3·46	1·35	2·93	3·06	2·74	3·73	3·75
18. „	2·07	2·81	3·50	3·54	—	0·91	2·15	2·94	3·35	3·15	3·37	3·39	3·47	1·41	2·95	3·08	2·77	3·76	3·78
22. „		2·80		3·55	—	0·93	2·15	2·94	3·35	3·17	3·38	3·39	3·46			3·09		3·76	3·77
25. „		2·79		3·54	—	0·93	2·15	2·94	3·34	3·16	3·37	3·38	3·47			3·08		3·75	3·76
29. „		2·81		3·56	—	0·89	2·15	2·94	3·35	3·17	3·38	3·39	3·47			3·10		3·76	3·78
1. Febr. „		2·81		3·56	—	0·91	2·15	2·94	3·35	3·17	3·38	3·39	3·47			3·10		3·76	3·78
5. „		2·75		3·53	1·66	0·81	2·10	2·90	3·31	3·13	3·34	3·36	3·46			3·06		3·74	3·75

Verzeichniss D. (Fortsetzung.)

Datum	*A* II	*A* V	Kesselbrunnen I	Kesselbrunnen II	*C* I	*C* II	*C* III	*C* V	*C* VII	*C* VIII	*C* IX	*C* X	*C* XI	*D* II	*D* VI	*D* X	*E* III	*E* V	*F* II
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
8. Febr. 1889		2·73		3·50	1·64	0·79	2·08	2·86	3·27	3·10	3·30	3·32	3·43			3·03		3·70	3·71
12. „		2·80		3·56	—	0·89	2·15	2·94	3·35	3·17	3·38	3·39	3·47			3·10		3·77	3·76
15. „		2·84		3·58	—	0·76	2·19	2·98	3·38	3·20	3·41	3·41	3·49			3·12		3·79	3·78
19. „		2·83		3·57	—	—	2·16	2·96	3·37	3·18	3·39	3·42	3·50			3·12		3·80	3·81
22. „		2·75		3·51	1·66	0·52	2·09	2·89	3·30	3·11	3·33	3·35	3·44			3·05		3·72	3·84
26. „		2·70		3·46	—	—	2·04	2·84	3·25	3·07	3·28	3·30	3·39			3·00		3·67	3·69
1. März „		2·70		3·46	—	—	2·03	2·83	3·25	3·06	3·27	3·29	3·39			2·99		3·67	3·68
8. „		2·68		3·44	—	0·47	2·02	2·81	3·23	3·05	3·25	3·28	3·37			2·98		3·65	3·67
15. „		2·64		3·41	1·44	0·44	1·98	2·78	3·19	3·01	3·22	3·71	3·34			2·93		3·62	3·65
22. „		2·45		3·23	1·28	0·53	1·79	2·59	3·02	2·84	3·06	3·10	3·22			2·78		3·47	3·51
29. „		2·20		3·00	1·26	0·37	1·54	2·36	2·79	2·61	2·84	2·88	3·02			2·57		3·25	3·29
12. „ April		1·60		2·40	1·12	0·34	0·95	1·78	2·20	2·03	2·27	2·30	2·42			2·00		2·70	2·77
16. „		1·57		2·35	1·09	0·32	0·92	1·73	2·15	1·97	2·20	2·23	2·35			1·93		2·63	2·69
20. „		1·57		2·34	1·08	0·33	0·92	1·73	2·14	1·95	2·18	2·21	2·31			1·91		2·61	2·66
24. „		1·63		2·39	1·03	0·29	0·97	1·77	2·19	2·01	2·22	2·25	2·33			1·94		2·64	2·68
26. „		1·69		2·43	1·03	0·30	1·04	1·84	2·25	2·07	2·27	2·30	2·38			1·99		2·69	2·73
30. „		1·78		2·52	1·02	0·27	1·13	1·92	2·32	2·14	2·34	2·37	2·45			2·07		2·76	2·80
3. Mai „		1·87		2·61	1·07	0·36	1·23	2·01	2·41	2·22	2·42	2·45	2·51			2·14		2·83	2·86
7. „		1·98		2·72	1·08	0·40	1·33	2·11	2·51	2·33	2·51	2·54	2·60			2·24		2·93	2·95

Anmerkung. Länge der Standröhren in Metern, von der Oberkante des Rohres bis zur Bodenoberfläche gemessen.

A II	*A* V	*C* I	*C* II	*C* III	*C* V	*C* VII	*C* VIII	*C* IX	*C* X	*C* XI	*D* II	*D* VI	*D* X	*E* III	*E* V	*F* II
0·59	1·13	0·13	0·21	0·76	0·20	0·17	0·10	—0·08	0·23	0·30	0·56	0·78	0·80	0·68	0·40	0·40

II.

Der Boden des „alten Charité-Kirchhofes."

Plan und Ausführung der Untersuchung.

Die Untersuchung wurde am 25. August 1890 in Angriff genommen.

Der alte Charité-Kirchhof ist seit dem Jahre 1859 — also seit 31 Jahren — nicht mehr zu Beerdigungen benutzt worden. Die meisten daselbst befindlichen Gräber sind entweder gänzlich eingefallen oder befinden sich in einem sehr verwahrlosten Zustande; nur einige wenige Gräber zeigten sich wohlerhalten und der frische Blumenschmuck auf den letzteren legte Zeugniss davon ab, dass sie von Angehörigen der Bestatteten noch gepflegt werden.

Der nördliche Theil und ein Stück des östlichen Theiles des Kirchhofes ist mit Sträuchern dicht und regellos bewachsen, auf anderen Partieen haben Beamte der Charité-Verwaltung kleine Zier- und Nutzgärten angelegt, der Rest des Terrains ist mit Schutt und Abfällen bedeckt.

Ein von der Königl. Charité-Verwaltung entliehener Plan, welcher einen „Auszug aus den Vermessungswerken der Stadt Berlin (Juli 1890)" bildet und welcher in Tafel VIII wiedergegeben ist, zeigt die Lage und Ausdehnung des zu untersuchenden Grundstückes; letzteres wird durch die Linien *a e f g i k l m n o p q a* begrenzt.

Frühere beim Bau des an den Kirchhof angrenzenden neuen Waschhauses der Charité gemachte Beobachtungen, sowie die Angaben Lossen's[1] liessen bereits vermuthen, dass der Baugrund des hier in Rede stehenden Grundstückes durchweg ein guter sei und dass man nicht, wie bei den Bohrungen auf dem Grundstücke der Charité, auf schlechten Baugrund (Torf, schlammigen Sand, Bacillarienerde) stossen werde.

Demzufolge wurde die Anlage zunächst von nur 16 Bohrlöchern in vier Reihen liegend — als Reihe *A*, *B*, *C* und *D* bezeichnet — in Aussicht genommen; erst dann, wenn sich diese Bohrungen für die Beurtheilung des Bodens nicht als ausreichend erwiesen oder einzelne derselben einen Baugrund von schlechter Beschaffenheit ergeben hätten,

[1] Ueber den Boden der Stadt Berlin in dem Werke: *Reinigung und Entwässerung Berlins.* 1879. Hft. V u. XIII.

sollte die Zahl der Bohrlöcher vermehrt werden. Letzteres stellte sich aber — wie hier vorweg erwähnt werden mag — im Laufe der Untersuchungen nicht als nothwendig heraus.

Von den vier Bohrlochreihen durchschneiden drei — nämlich *A*, *B* und *D* — in möglichst gleichen Abständen von einander den alten Charité-Kirchhof in der Richtung von SSW. nach NNO. und stehen daher fast senkrecht auf der Baufluchtlinie *g i k* der hier neu angelegten Strasse, welche ungefähr parallel zu dem Pankelaufe liegt. Die vierte Linie *C* zieht sich auf dem schmalen Streifen zwischen dem „Dorotheenstädtischen Kirchhofe" und dem neuen Charité-Waschhause (in Taf. VIII von den Linien *a e f q* begrenzt) hin.

Die Reihen *A* und *D* wurden mit je vier, die fast die Mitte des Grundstückes durchschneidende Reihe *B* mit fünf und die Reihe *C* mit drei Bohrlöchern belegt. Auch hier wurde wieder auf eine möglichst gleiche Entfernung der Bohrlöcher von einander gesehen; da aber zugleich bei der Anlegung derselben auf Schonung der vorhandenen Gräber geachtet werden sollte, so kam es, dass sowohl einzelne der Bohrlöcher nicht direct in die projectirten Linien, sondern etwas abseits von denselben zu liegen kamen, als auch ihre Entfernungen von einander nicht immer genau einzuhalten waren (z. B. bei Bohrloch *A* IV, *B* I und IV, *D* II).

Auf dem Plane (Taf. VIII) sind die vier Bohrlochreihen *A*, *B*, *C*, *D* durch unterbrochene Linien und die Bohrlöcher mit römischen Zahlen und einem Kreise bezeichnet. Die längs der unterbrochenen Linien angebrachten Zahlen bedeuten die Entfernungen der Bohrlöcher von der Baufluchtgrenze, und bei der Reihe *C* von einem Punkte der Reihe *B*.

Ebenso wie bei den Bohrungen auf dem Charité-Grundstücke wurde es auch hier sowohl für die bautechnische, als für die hygienische Begutachtung des Bodens für ausreichend angesehen, nicht tiefer als etwa 2 bis 3 m unterhalb des Grundwasserspiegels (im Ganzen also 6 m tief) zu gehen.

Zur Feststellung der Grundwasserbewegungen, sowie zur Entnahme von Grundwasserproben behufs ihrer chemischen und bacteriologischen Untersuchung erhielt das erste und letzte Bohrloch der Reihen *A*, *B* und *D* mit Saugern versehene Standröhren; bei der Reihe *C* wurde nur das Bohrloch III mit einem Standrohre ausgerüstet. Auf Taf. VIII sind diese Standröhren durch concentrische Kreise angedeutet.

Zur chemischen und bacteriologischen Untersuchung sollte ferner noch das Wasser aus den beiden auf dem Kirchhofsterrain befindlichen alten Kesselbrunnen (Flachbrunnen) hinzugezogen werden. Der eine dieser Brunnen liegt zwischen den Bohrlochreihen *A* und *B* (in der Nähe des Bohrloches *A* II) und wird nur selten in Anspruch genommen; der zweite Brunnen befindet sich auf dem Hofe des sogenannten „Todtengräber-

hauses", ca. 2 m vom Bohrloche *D* I entfernt, und wird von den beiden dieses Haus bewohnenden Familien ziemlich stark benutzt.

Das einzelne Bohrloch gelangte in der bereits im I. Abschnitt beschriebenen Weise zur Anlage, indem zunächst eine Grube von über 1 qm Grundfläche bis zum gewachsenen Boden ausgeschaufelt wurde, um sofort nach dem Bloslegen der Bodenschichten und ohne dieselben durcheinander zu mengen — was sich bei der gewöhnlichen Art des Bohrens kaum vermeiden lässt — für die bacteriologische und chemische Untersuchung geeignete Proben entnehmen zu können. Vom Grunde dieser Grube aus ist dann mittels des „Trommelbohrers" bis zum Sichtbarwerden des Grundwassers und von diesem Zeitpunkte an mittels des „Ventilbohrers" bis auf 6 m Tiefe weiter gebohrt worden.

Nach Vollendung der Bohrungen wurde das Nivellement des Bodens bezw. der Standröhren (bezogen auf den Normalnullpunkt des Amsterdamer Pegels) ausgeführt. Die Resultate dieser Vermessungen befinden sich ausser in dem Verzeichn. A (Anhang II) auch noch auf dem Plane Taf. VIII, wo sie neben den Bohrlöchern eingezeichnet sind. Bei den mit Standröhren versehenen Bohrlöchern bedeutet die untere Zahl den Abstand der Oberkante des Rohres vom Normal-Nullpunkte, die obere den Abstand der Bodenoberfläche von letzterem, so dass die Differenz beider Zahlen der Länge des aus dem Boden herausreichenden Standrohrstückes entspricht. Wie bei den Untersuchungen des Bodens auf dem Charité-Grundstücke sind dann diese Vermessungsergebnisse auf den Nullpunkt des Meterpegels am Mühlendamm (Spree; Unterwasser) reducirt worden.

Die Grundwassermessungen geschahen zweimal wöchentlich — jeden Montag und Donnerstag — und wurden auch hier so lange fortgesetzt, bis der höchste Grundwasserstand überschritten war.

Ergebnisse der Untersuchung.

1. Geologisches Verhalten des Bodens.

Ueber das geologische Verhalten geben die am Schlusse der Arbeit angefügten Bohrprotocolle (s. Anhang II, Verzeichniss B) Auskunft. Dieselben wurden wieder gleich während des Bohrens angelegt, indem jede mit dem Bohrer zu Tage geförderte Erdprobe besichtigt und mit der vorher erbohrten Probe hinsichtlich der Farbe, Korngrösse u. dgl. m. verglichen wurde.

Neben diesen Aufzeichnungen ist ferner noch auf einem Maassstabe in üblicher Weise die Mächtigkeit und Aufeinanderfolge der einzelnen Bodenarten dargestellt, welche auf die Nulllinie des Mühlendammpegels gebracht in Taf. IX (B) in den charakteristischen Farben wiedergegeben sind. Im Laboratorium wurde dann die Korngrösse unter Zugrundelegung

des Orth'schen Maassstabes ermittelt, und ausserdem noch auf die Anwesenheit von kohlensaurem Kalk in den entnommenen Bodenproben geprüft, da diese Prüfung werthvolle Anhaltspunkte für die Entscheidung der Frage, ob ein Boden dem Alluvium oder Diluvium angehört, zu geben vermag. Die Ergebnisse der Bestimmungen der Korngrösse sind den Bohrprotocollen angefügt; bezüglich ihrer Verwerthung bei der geologischen Beurtheilung des Bodens sei auf das im I. Theile (S. 8 u. 9) an der gleichen Stelle Gesagte verwiesen.

Auf Grund aller eben erwähnten Ermittelungen und Beobachtungen sind dann die im Anhange befindlichen vier Bodenprofile entworfen worden (Taf. X), und zwar wieder ganz in derselben Weise, unter Berücksichtigung des Nivellements, wie dies bei dem Entwurfe der Profile vom Untergrund des Charité-Grundstückes geschehen war.

Die Bohrungen haben das Resultat geliefert, dass die Bodenverhältnisse auf dem alten Charité-Kirchhofe sehr einfache sind. Wir haben es hier bis zu 6 m Tiefe eigentlich nur mit zwei geologischen Formationen zu thun, welche — wenn ich mich wieder der Bezeichnungen und der Auffassung Lossen's bediene — als „(feinkörniger) oberer Thalsand" und als „(mittelkörniger) mittlerer Thalsand" angesprochen werden müssen, mithin zu den sogenannten „altalluvialen Flusswasserbildungen" gehören.

Die Bodenoberfläche auf dem alten Charité-Kirchhofe ist meist mit einer dünnen Rasendecke versehen. Wirklich aufgeschütteter Boden zieht sich bloss an der südwestlichen Grenze des Kirchhofes als schmaler, ca. 3 bis 5 m breiter Streifen hin und scheint erst in neuerer Zeit — vielleicht bei der Anlegung der neuen, parallel der Baufluchtlinie verlaufenden Strasse — entstanden zu sein.

Was den Untergrund anbetrifft, so wurden folgende Beobachtungen angestellt. Bisweilen stiess man schon bei einer Tiefe von ca. 1 m auf die ersten menschlichen Gebeine und auf Sargreste; in der Regel hörten diese bei 1·5 m, einige Male erst bei 1·7 m Tiefe unter der Bodenoberfläche auf. Daraus muss man schliessen, dass die Bodenzone zwischen 1 bis 1·7 m zu Beerdigungen benutzt worden war. In den Bodenprofilen und in diesen Mittheilungen ist der Einfachheit halber die ganze von der Bodenoberfläche bis 1·50 bezw. 1·70 m reichende Schicht als „umgewühlter Boden" bezeichnet worden.

Anfangs wurde vermuthet, dass der den „umgewühlten Boden" der Hauptsache nach bildende feinkörnige Sand „Dünen- oder Flugsand" sei. Als aber aus demselben die Bestandtheile entfernt worden waren, welche sich ihm im Laufe der Zeit beigemengt hatten, wie Knochen, Sargreste, Wurzelreste, zeigt es sich erst, dass er die nämlichen Eigenschaften besass,

wie der auch sonst im Untergrunde des alten Charité-Kirchhofes vorkommende sehr feine „obere Thalsand".

Gewöhnlich schloss sich dem „umgewühlten Boden" noch eine höchstens ca. 2 m mächtige Schicht dieses oberen Thalsandes in seiner natürlichen Beschaffenheit an, worauf der „mittelkörnige Thalsand" folgte. In einigen Fällen lag letzterer aber unmittelbar unter dem „umgewühlten Boden" und war überall, auch bei 6 m Tiefe, bei welcher die Bohrungen unterbrochen zu werden pflegten, noch nicht durchschritten.

Grundwasser wurde bei einer Tiefe unter der Bodenoberfläche sichtbar, welche bei den einzelnen Bohrlöchern, je nach den Erhebungen des Terrains, zwischen 3 bis 4·5 m schwankte; es liegt daher im „mittleren Thalsand".

Einige Male nahm die Korngrösse des Sandes in der Grundwasserzone ab, und wurde derselbe bisweilen so fein, wie der obere Thalsand; die Mächtigkeit dieser in den „mittleren Thalsand" eingeschobenen Schicht feineren Sandes, welche in den Bodenprofilen mit der Farbe des „oberen Thalsandes" wiedergegeben ist, betrug aber höchstens 0·5 m.

Lossen erwähnt bei Beschreibung der Eigenthümlichkeiten des Berliner „mittleren Thalsandes" das Vorkommen von kleineren Geschieben in letzterem; bei unseren Bohrungen wurden ebenfalls oft haselnussgrosse Geschiebe im mittelkörnigen Thalsande eingebettet vorgefunden. Auch insofern stimmen die Angaben Lossen's über diese Formation mit den von uns gemachten Beobachtungen überein, als im mittleren Thalsande des „alten Charité-Kirchhofes" Beimengungen von „lehmigem Sand" constatirt werden konnten. Letzteren z. B. zeigten die Bohrlöcher *A* I, II, III, *B* II und V in einer zwischen 4·5 bis 6 m liegenden Tiefe.

Zu bemerken ist schliesslich noch, dass der aus 4·90 bis 5·40 m Tiefe stammende Sand des Bohrloches *D* IV braunkohleartige Theilchen beigemengt enthielt und dass das zum Bohren benutzte Wasser in Folge dessen eine tiefbraune Färbung angenommen hatte. Das Auftreten dieser Partikelchen liess anfangs die Vermuthung aufkommen, dass man auf Torf bezw. Humusboden stossen werde; als aber bei 5·40 m wieder reiner mittelkörniger Sand erschien und derselbe sich in seinen äusseren Eigenschaften bei 6·20 m nicht weiter geändert hatte, wurde bei dieser Tiefe das Weiterbohren eingestellt.

In dem wiederholt citirten Werke „Die Reinigung und Entwässerung Berlins" (Karten zu Heft XIII) befindet sich unter den Lossen'schen, die geologischen Bodenverhältnisse Berlins darstellenden Profilen auch ein Profil, nämlich Nr. VIII, welches den „alten Charité-Kirchhof" von Süden nach Norden durchschneidet, wie dies die im Plane des Kirchhofes (Taf. VIII) angebrachte Linie wiedergiebt. Der das Grundstück „des alten Charité-

Kirchhofes" betreffende Abschnitt des genannten Profiles VIII liegt zwischen den von der Stadt Berlin vor vielen Jahren angelegten Bohrlöchern (110) 102 und (115) 103 und ist in Taf. IX A copirt. Das Bohrloch (110) 102 lag hart an der Panke, ca. 21 m vom Punkte *i* der neuen den Kirchhof begrenzenden Baufluchtlinie entfernt, während das Bohrloch (115) 103 bereits jenseits der Invalidenstrasse, auf dem Terrain der landwirthschaftlichen Hochschule, angebracht war. Für die Beurtheilung des Untergrundes des „alten Charité-Kirchhofes" käme demnach nur das erstere Bohrloch in Betracht, von dem in Heft XI, auf Taf. 55, des angeführten Werkes nur gesagt wird, dass es zuerst „umgewühlten Boden", dann „feinen" und schliesslich „mittelkörnigen Sand" geliefert habe. Das Lossen'sche Profil nimmt nun an, wie Taf. IX A zeigt, dass in der Richtung von der Schumannstrasse über den Garten der königl. Thierarzneischule hinweg fast bis in die Mitte des Charité-Kirchhofes hineinreichend sich eine tiefe Mulde von jungalluvialem Flusssand (Moor- und Wiesensand) hinziehe, an welche sich nach der Invalidenstrasse zu erst der altalluviale Sand (feiner und mittlerer Thalsand) anschliesse.

Nach den bei unseren Bohrungen constatirten Thatsachen muss aber das Ende der jungalluvialen Flusssandmulde weiter nach der Panke zu zurückgerückt werden, da die Sandproben, welche unsere in der Nähe der Baufluchtlinie liegenden Bohrlöcher *A* I, *B* I und *D* I, sowie das fast das Lossen'sche Profil VIII berührende Bohrloch *B* II lieferten, alle Eigenschaften besassen, welche nach Lossen dem Thalsande zukommen, von dem jungalluvialen Flusssande hingegen vielfach abweichen. Es liegt daher die Annahme nahe, dass der in dem Bohrloch (110) 102 aufgefundene feine und mittlere Sand der jungalluvialen Formation angehöre und dass Lossen nur behufs Abrundung der Flusssandmulde das Ende derselben bis in das Grundstück des alten Charité-Kirchhofes hinein verlegt habe, über dessen Bodenverhältnisse er eigene Beobachtungen nicht angestellt hatte. Auf Taf. IX A ist die vermuthliche Grenze des jungalluvialen Flusssandes und der Beginn des altalluvialen Thalsandes durch eine unterbrochene Linie angedeutet.

Im Uebrigen kann es für den vorliegenden Zweck auch nicht darauf ankommen, wo der gut ausgewaschene jungalluviale Flusssand auf dem Charité-Kirchhofe aufhöre und der altalluviale Thalsand beginne, da über beide wohl bautechnisch wie hygienisch das gleiche Urtheil gefällt werden kann.

Es würde demnach, da bei den Bohrungen auf dem Charité-Grundstücke von den bautechnischen Sachverständigen der aus Thalsand bestehende Untergrund als „guter Baugrund" bezeichnet worden war, sich das ganze Terrain des alten Charité-Kirchhofes zur Errichtung selbst grosser Gebäude eignen müssen.

2. Chemisches Verhalten des Bodens.

Da die Bodenarten aus den 16 Bohrlöchern in geologischer Beziehung und in ihren physikalischen Eigenschaften keine Unterschiede zeigten, wurden nur die von der Reihe *B* herstammenden Erdproben chemisch untersucht.

Unter Berücksichtigung des Umstandes, dass man es hier mit einem Kirchhofsboden zu thun hat, wurde auf die Bestimmung des Gesammtstickstoffgehaltes und des Glühverlustes das Hauptaugenmerk gerichtet, welche beide bekanntlich noch die besten Anhaltspunkte für die Beurtheilung des Grades der Verunreinigung eines Bodens mit organischen, fäulnissfähigen Stoffen liefern.

Von der Feststellung der Menge der in Wasser löslichen Bestandtheile konnte hier abgesehen werden, nachdem mit jeder Bodenprobe angestellte Vorversuche gezeigt hatten, dass Wasser nur äusserst geringe, quantitativ kaum bestimmbare Mengen davon aufnahm; im wässrigen Auszuge, selbst des „umgewühlten Bodens", fanden sich nämlich immer nur Spuren von Chloriden, Ammoniak und Salpetersäure vor.

Tabelle I.

Chemische Untersuchung des Bodens vom alten Charité-Kirchhof. 100 grm bei 100° getrockneter Boden enthielten in Grammen:

Probe aus der Tiefe von	Bohrloch *B* I		Bohrloch *B* II		Bohrloch *B* III		Bohrloch *B* IV		Bohrloch *B* V	
	Glühverlust	Stickstoff	Glühverlust	Stickstoff	Glühverlust	Stickstoff	Glühverlust	Stickstoff	Glühverlust	Stickstoff
0·5 m	0·55	0·0245	0·62	0·025	0·47	0·0175	0·44	0·0172	1·32	0·029
1·5 „	0·51	0·009	0·45	0·009	0·60	0·0075	0·29	0·0075	0·32	0·019
2·0 „	0·14	0·0074	0·30	ca. 0·002	0·28	0·0075	0·077	0·0072	0·29	0·0076
3·0 „	0·12	0·0067	0·16	ca. 0·002	0·16	0·013	0·16	ca. 0·004	0·19	0·0072
4·0 „	0·12	Spur (weniger als 1 mg)	0·16	ca. 0·002	0·15	0·0078	0·15	ca. 0·002	0·22	0·0059
5·0 „	0·13	Spur (weniger als 1 mg)	0·15	ca. 0·002	0·14	0·0081	0·14	ca. 0·002	0·19	0·0073
6·0 „	0·21	Spur (weniger als 1 mg)	—	—	0·18	0·0077	0·15	0·0075	0·21	0·0075
6·20 „	—	—	0·19	Spur	—	—	—	—	—	—

Behufs Bestimmung des Glühverlustes und Gesammtstickstoffes wurden die Proben von den in ihnen enthaltenen gröberen Beimengungen, wie Wurzeln, Sargresten u. dergl. m., auf welche es hier nicht ankam, und welche nur das Bild von der Zusammensetzung des Bodens, bezw. von dem Einflusse der in ihm verwesten organischen Stoffe zu verwischen im Stande gewesen wären, möglichst befreit. Es wurden für die Analysen, bei welchen mich Hr. Dr. Buchholtz unterstützte, stets 30

bis 40 grm Substanz verarbeitet, weil bei kleineren Mengen die Fehler der Methode sich vergrössert hätten und demgemäss auch die Ausschläge in den Resultaten schwankend geworden wären. Die hier verwendeten Bodenproben stammten aus 0·5, 1·5, 2, 3, 4, 5 und 6 m Tiefe; die Resultate giebt vorstehende Tabelle I wieder.

Die Analysenergebnisse zeigen, dass die oberen, den „umgewühlten Boden" bildenden Erdschichten, wie erwartet werden konnte, einen höheren Glühverlust und Stickstoffgehalt geliefert haben, als die darunter befindlichen Schichten des unberührt gebliebenen Bodens, woraus dann wieder auf eine entsprechend stärkere Verunreinigung der ersteren mit organischen Stoffen geschlossen werden muss. Jedoch ist diese keineswegs bedeutender, im Gegentheil sogar meist etwas geringer, als sie im aufgeschütteten Boden Berlins gewöhnlich gefunden wurde. Dies geht aus der Tabelle II hervor, in welcher die von Flügge[1] mit aufgeschüttetem bezw. umgewühltem Boden aus verschiedenen Berliner Stadttheilen angestellten Untersuchungen, sowie die Analysen der entsprechenden Bodenschichten vom Charité-Grundstücke in Vergleich gestellt sind mit dem Glühverlust und Stickstoffgehalt, welcher sich hier ergeben hatte.

Tabelle II.

Aufgeschütteter Boden, von Flügge untersucht:

	Tiefe m	Glühverlust grm	Stickstoff grm	
Lindenstrasse, Ecke Hollmannstrasse	0·5	2·05	0·058	in 100 grm des getrockneten Bodens.
	1·5	0·68	0·0071	
Alte Jacobstrasse Nr. 124 . . . . . (Aufgeschütteter Boden bis 1·6 m)	1·5	3·53	0·098	
Alexandrinenstrasse, Ecke Ritterstrasse . . . (Grenze des Aufschuttes)	1·2	2·07	0·062	
Prinzenstrasse am Moritzplatz . . . . . (mit etwas Schutt gemischt)	1·2	2·49	0·085	
Oranienstrasse, Ecke Alexandrinenstrasse . .	1·0	1·14	0·064	
	1·5	1·75	0·075	
Adalbertstrasse, Ecke Naunynstrasse	0·5	1·35	0·070	
Engelufer	0·5	0·84	0·037	
Köpnickerstrasse, Ecke Manteuffelstrasse . . . (Aufschutt bis 2 m)	0·5	3·7	0·0854	
	1·0	3·9	0·0885	
	1·5	5·9	0·177	
Unterbaumstrasse (Aufgeschütteter Boden) . .	0·6	1·74	0·056	
Scharnhorststrasse	0·6	1·44	0·0184	
	1·5	0·50	0·0094	
Chausseestrasse am Stettiner Bahnhofe . . .	0·5	0·59	0·022	

[1] *Beiträge zur Hygiene.* Leipzig 1879. S. 86—88.

Aufgeschütteter Boden vom Charité-Grundstücke.[1]

	Tiefe m	Glühverlust grm	Stickstoff grm	
Bohrloch *C* I	0·3	2·08	0·052	In 100 grm des getrockneten Bodens.
bei 1·5 m Ende d. Aufschuttes	1·5	0·35	0·007	
Bohrloch *C* II	0·75	1·0	0·021	
„ *C* III	1·15	1·4	0·31	
„ *C* IV	0·40	0·27	0·08	
	1·20	1·5	0·06	
„ *C* V	1·25	1·96	0·089	
„ *C* VII	1·0	0·54	0·065	
„ *C* VIII	0·5	0·41	0·11	
	1·0	0·54	0·08	
„ *C* IX	1·25	0·15	0·021	
„ *C* X	0·50	2·04	0·05	
	1·25	0·053	Spur	
„ *C* XI	0·5	3·51	0·18	
bei 1·5 m Grenze d. Aufschutt.	1·5	0·55	0·05	

Umgewühlter Boden vom alten Charité-Kirchhofe.

	Tiefe m	Glühverlust grm	Stickstoff grm	
Bohrloch *B* I	0·5	0·55	0·0245	In 100 grm getrockn. Boden.
	1·5	0·51	0·009	
„ *B* II	0·5	0·62	0·025	
	1·5	0·45	0·009	
„ *B* III	0·5	0·47	0·0175	
	1·5	0·60	0·0074	
„ *B* IV	0·5	0·44	0·0172	
	1·5	0·29	0·0075	
„ *B* V	0·5	1·32	0·029	
	1·5	0·32	0·019	

Im Einklange mit dem chemischen Befunde, dass die oberen, zur Bestattung benutzten Bodenschichten verhältnissmässig arm an organischen Stoffen sind, stehen auch die während des Bohrens gemachten Beobachtungen. Letztere bewiesen, dass der Verwesungsprocess der Leichen schon seit vielen Jahren vollendet gewesen sein muss. An den in sehr grosser Anzahl zu Tage geförderten Gebeinen wurden keine fäulnissfähigen Stoffe mehr wahrgenommen; nur ein einziges Mal kam ein mit Haaren spärlich besetzter Schädel zum Vorschein.

[1] Vgl. S. 12—21.

Die Resultate der chemischen Untersuchungen finden aber weiter noch durch die Thatsache ihre Erklärung, dass im durchlässigen Sand- und Kiesboden Kinderleichen gewöhnlich nach vier, die Leichen von Erwachsenen nach sieben Jahren vollständig verwest sind.[1] Da der alte Charité-Kirchhof seit 31 Jahren ausser Betrieb ist und aus durchlässigem Sande besteht, so sind die Bedingungen für eine schnelle und ausgiebige „Selbstreinigung" seines Bodens vorhanden, und diese hat sich auch im Laufe der Jahre vollzogen.

Der gewachsene Boden von 2 bis 6 m Tiefe hat sich erst recht als sehr arm an organischen Stoffen gezeigt; sein Glühverlust und Stickstoffgehalt steht fast auf der gleichen Höhe, wie beim Thalsande aus dem Untergrunde der Charité.

3. Bacteriologisches Verhalten des Bodens.

Die bacteriologischen Untersuchungen des Bodens wurden von den Hrn. Stabsärzten DDr. Wernicke und Schneider ausgeführt.

Um von Verunreinigungen freie Proben zu erhalten, wurden alle im I. Capitel dieser Mittheilung angeführten Vorsichtsmassregeln innegehalten. Nur musste bei der Entnahme von Erdproben aus grösseren Tiefen (2 bis 3·5 m) der Fränkel'sche Bohrer verlassen werden, weil derselbe in Folge der Beschaffenheit des Sandes gleich bei den ersten Versuchen versagte. Der Sand enthielt nämlich grosse Mengen von staubförmigen Bestandtheilen, welche sich zwischen den Flügel und die Kammer des Bohrers festsetzten und bei dem geringen Widerstande, den der Flügel beim Umdrehen des Bohrers im Sande fand, ein Oeffnen desselben unmöglich machten. Meist wurde der Bohrer daher mit leerer Kammer herausgezogen, und das Wiederinstandsetzen, Sterilisiren etc. desselben erforderte jedesmal sehr viel Zeit und Mühe. Nach verschiedenen Versuchen, auf andere Weise für die bacteriologische Untersuchung aus den bezeichneten Schichten nicht verunreinigtes Material zu gewinnen, wurde schliesslich der von den Brunnenmachern gewöhnlich benutzte „Trommelbohrer" angewandt. In der oberhalb der Bohrschnecke befindlichen Trommel dieses Bohrers sammelt sich nämlich derjenige Boden an, welchen die Schnecke eben durchlaufen hatte, und in dem Raume unmittelbar zwischen beiden befindet sich bei vorsichtig gehandhabter Benutzung des Instrumentes, nach dem Herausziehen aus dem Bohrloche, eine handbreite compacte Schicht des Bodens vom Durchmesser der Trommel. Diese Schicht ent-

[1] Vgl. u. A. Reinhard, *XI. Jahresbericht des Landes-Med.-Colleg. über das Medicinal-Wesen im Königreich Sachsen.* 1881. S. 163.

stammt also jedesmal der tiefsten Stelle des eben erbohrten Theiles des Untergrundes. Die inneren Partieen derselben mussten aus Sand bestehen, welcher weder mit vorher verunreinigten Bodenmassen zusammengekommen war, noch auch unter den beim Bohren mit dem Trommelbohrer obwaltenden Bedingungen, z. B. durch Berührung mit der Schnecke oder der eisernen Stange des Bohrers selbst, eine solche Veränderung erlitten hatte, dass dadurch die Resultate der bacteriologischen Untersuchung beeinflusst werden konnten. Von diesem Theile des dem Bohrer anhaftenden Sandes wurden zunächst mit sterilisirten Instrumenten die oberen Theile bis auf ca. 2 bis 3 cm Tiefe entfernt, nunmehr aus diesem Einschnitte mittels eines sterilisirten Metalllöffelchens von bekanntem Inhalt, wie ihn Fränkel[1] empfiehlt, Proben entnommen und an Ort und Stelle in bereit gehaltene Röhrchen mit geschmolzener Nährgelatine hineingebracht.

Wie die Resultate der ersten in dieser Weise ausgeführten Bestimmungen zeigten, gelang es in der That, aus tieferen Schichten von Verunreinigungen völlig freie Proben zu erlangen.

Zur bacteriologischen Untersuchung diente von der Oberfläche und in Abständen von je 0·5 zu 0·5 m von dieser, in der Regel bis zu 3 m, bisweilen auch bis 3·5 m Tiefe entnommener Boden. Meist wurde die mit letzterem gut durchmischte Gelatine in den Röhrchen selbst ausgerollt und zum Erstarren gebracht, hin und wieder auch in Schälchen ausgegossen. Nach der Entwickelung der Keime zu Colonieen wurden diese gezählt, und so mit dem Boden aus der nämlichen Tiefe gleichzeitig mehrere Culturen angesetzt. Die Mittel aus den Zählungen befinden sich in den Tabellen III bis VI.

Entwickelungsfähige Mikroorganismen in 1 ccm Boden.

Tabelle III.

Bohrlochreihe A.

Bohrloch	Tiefe in Metern					
	0·5	1·0	1·5	2·0	2·5	3·0
A I	sehr viele, später verflüssigt	sehr viele, später verflüssigt	384	140	hier versagte der Bohrer	
A II	sehr viele, später verflüssigt	1080	228	30	34	33
A III	sehr viele, später verflüssigt	1380	240	80	19	5
A IV	sehr viele, später verflüssigt	750	1640	10	1	0

[1] A. a. O.

Tabelle IV.

Bohrlochreihe B.

Bohrloch	Oberfläche	Tiefe in Metern 0·5	1·0	1·5	2·0	2·5	3·0	3·5
B I	112 000	sehr viele, später verflüssigt	1080	über 1000	60	12	4	6
B II	21 000	1440	1500	552	96	5	7	0
B III	40 000	8640	1480	80	18	10	3	5
B IV	unzählige	über 2000, später verflüssigt	sehr viele, später verflüssigt	102	36	29	12	0
B V	unzählige	2760, später verflüssigt	1200	222	10	0	0	1

Tabelle V.

Bohrlochreihe C.

Bohrloch	Oberfläche	Tiefe in Metern 0·5	1·0	1·5	2·0	2·5	3·0	3·5
C I	über 100 000	2160	1080	200	110	31	5	8
C II	16 000, dann verflüssigt	3200	1390	216	130	14	16	5
C III	ca. 14 000, dann verflüssigt	1680	1400	480	98	40	13	0

Tabelle VI.

Bohrlochreihe D.

Bohrloch	Oberfläche	Tiefe in Metern 0·5	1·0	1·5	2·0	2·5	3·0
D I	—	1690	über 5000, dann verflüssigt	220	120	30	0
D II	—	9000, dann verflüssigt	4500, dann verflüssigt	480	68	9	0
D III	unzählige	sehr viele, später verflüssigt	sehr viele, später verflüssigt	900	150	40	0
D IV	unzählige	27 500, später verflüssigt	über 5000, dann verflüssigt	1720	100	2	4

Die vorstehenden Resultate decken sich vollständig mit den bei bacteriologischen Bodenuntersuchungen bisher erlangten: an der Oberfläche und im „umgewühlten“ Boden befand sich eine sehr grosse Anzahl von Bacterien, die aber bereits in dieser Zone mit der zunehmenden Tiefe (bis 1·5 m) merklich abnahm.

An der Grenze des „umgewühlten“ und „gewachsenen“ Bodens ist die Verminderung des Keimgehaltes eine sehr bedeutende, und die noch tieferen Bodenschichten erscheinen nur noch sehr arm an Bacterien; dieselben können sogar als keimfrei bezeichnet werden, denn die wenigen Colonieen, welche sich aus ihnen auf der Gelatine entwickelt hatten, überschreiten kaum die Grenze der unvermeidlichen Versuchsfehler.

Zu bemerken ist, dass häufig die aus $1 \cdot 5^{m}$ Tiefe entstammenden Proben zahlreiche Schimmelpilze enthielten. Die behufs Untersuchung auf anaërobe Bacterien angesetzten Culturröhrchen blieben in allen Fällen steril.

Von Knochenstücken, aus dem Innern von Schädeln und von Sargresten abgelöste Erdbröckelchen enthielten nicht mehr Keime, als das diese Objecte umgebende Erdreich; speciell auf die Gegenwart von anaëroben Bacterien damit unternommene Prüfungen verliefen resultatlos.

Die bacteriologischen Ergebnisse stimmen ferner mit denjenigen überein, über welche Gärtner[1] auf der 62. Naturforscherversammlung zu Heidelberg 1889 berichtet hatte. Gärtner fand bei Bodenuntersuchungen auf zwei Kirchhöfen, dass schon dicht unter dem Sargboden die Zahl der Bacterien ganz erheblich abnehme. Im Allgemeinen sei der Einfluss der Leichen auf die Umgebung des Sarges ein sehr geringer; im Untergrunde der Kirchhöfe befanden sich nicht viel mehr Bacterien, als in demjenigen von einem Terrain neben denselben. — Reimers, welcher auf Gärtner's Veranlassung die erwähnten Bodenuntersuchungen ausführte, erwähnt in seiner Arbeit,[2] dass Bodenproben aus zwei Gräbern, von denen das eine vor 35, das andere vor $1^{1}/_{2}$ Jahren zur Beerdigung benutzt worden war, die gleiche bacteriologische Beschaffenheit gezeigt hätten.

Die bacteriologischen Befunde der Tabellen III bis VI stehen schliesslich auch mit den Ergebnissen der chemischen Untersuchung in vollem Einklange und berechtigen mithin zu den gleichen Schlussfolgerungen bezüglich des Grades der Verunreinigung des hier in Rede stehenden Bodens, zu welchen die chemischen Resultate geführt hatten.

4. Stand und Bewegung des Grundwassers.

Die über den Stand des Grundwassers angestellten Messungen befinden sich im Anhange II. Das erste Verzeichniss desselben (C) enthält die Höhe der Grundwasserstände über dem Nullpunkt des Dammmühlenpegels der

---

[1] *Tageblatt der 62. Naturforscher-Versammlung.* S. 613.

[2] *Diese Zeitschrift.* Bd. VII. S. 307.

Spree (Unterwasser), das zweite Verzeichniss (D) die Entfernung des Grundwassers von der Erdoberfläche in Metern angegeben.

Die Absicht auch die beiden Kesselbrunnen zu diesen Messungen mit zu benutzen, musste wegen der Unzugänglichkeit ihrer Kessel aufgegeben werden.

Ueber die Bewegungen des Grundwassers in verticaler Richtung lässt sich aus den acht Monate hindurch (vom 15. September 1890 bis 14. Mai 1891) fortgesetzten Untersuchungen das Folgende sagen: Der niedrigste Grundwasserstand fiel in die Mitte des Monats November, zeitweise auch auf den October 1890, der höchste Stand auf den Monat April 1891. Die grösste Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Stand betrug $0 \cdot 44^{m}$, sie wurde bei *A* I und *B* I beobachtet.

Der Abstand des Grundwassers von der Bodenoberfläche bewegte sich:

					Differenz
beim Bohrloche	*A* I	von 3.34	bis	$2 \cdot 90^{m}$	$= 0 \cdot 44^{m}$,
„	*A* IV	„ 4·18	„	3·76 „	= 0·42 „
„	*B* I	„ 3·37	„	2·93 „	= 0·44 „
„	*B* V	„ 4·16	„	3·76 „	= 0·40 „
„	*C* III	„ 4·25	„	3·82 „	= 0·43 „
„	*D* I	„ 3·66	„	3·23 „	= 0·43 „
„	*D* IV	„ 3·97	„	3·57 „	= 0·40 „

Da die Oberfläche des Grundstückes sehr wellig ist, wie die Profile auf Taf. X zeigen, so wird man sich von der Entfernung des Grundwassers von der Oberfläche nur dann ein richtiges Bild construiren können, wenn man die an der tiefsten Stelle des Kirchhofes angelegten Bohrlöcher hier in Betracht zieht. Solche Bohrlöcher sind *A* I und *B* I (vgl. Verzeichniss A. der Vermessungsresultate im Anhange II). Bei diesen bleibt, wie obige Zusammenstellung zeigt, das Grundwasser bei seinem höchsten Stande 2·90 bezw. $2 \cdot 93^{m}$ von der Bodenoberfläche entfernt. Zum nämlichen Ergebnisse gelangt man auch bei den höher gelegenen Bohrlöchern, sobald man dieselben mit Hülfe der Bodenvermessungszahlen auf die Höhenlage der am niedrigsten gelegenen Bohrlöcher reducirt und die dabei erhaltene Höhendifferenz von ihrem Grundwasserstande in Abzug bringt. So z. B. liegt das Bohrloch *A* IV um $0 \cdot 82^{m}$ höher als das Bohrloch *A* I; da der höchste Grundwasserstand in *A* IV $3 \cdot 76^{m}$ beträgt, so erhält man, sobald dieses Bohrloch auf dieselbe Höhe wie *A* I gebracht ist, einen reducirten Grundwasserstand darin von $3 \cdot 76 - 0 \cdot 82 = 2 \cdot 94^{m}$. Man kann demnach sagen, dass sich das Grundwasser auf dem alten Charité-Kirchhofe während der Beobachtungszeit bis auf circa 3^{m} der Bodenoberfläche genähert hatte.

Nimmt man, wie dies bei der Besprechung der Grundwasserverhältnisse auf dem Charité-Grundstücke im I. Theil dieser Arbeit geschehen ist, als grösste Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Stande des Grundwassers, welche überhaupt jemals eintreten könnte, die absichtlich sehr hoch gegriffene Zahl $1 \cdot 5^{m}$ an, so würde in diesem Falle das Grundwasser auf dem alten Charité-Kirchhofe — wieder auf das tiefstgelegene Bohrloch *A* I bezw. *B* I bezogen — noch fast 2^{m} von der Bodenoberfläche entfernt bleiben.

Auf die Bewegung des Grundwassers in horizontaler Richtung kann auch hier wieder nur aus den Höhendifferenzen des Grundwasserstandes an verschiedenen Punkten bei gleichzeitigen Messungen geschlossen werden. Als sehr geeignet zum Vergleiche dürften einmal die Messungen vom 13. April 1891 erscheinen, weil an diesem Tage bei allen Standröhren der höchste Wasserstand constatirt wurde. Dieselben zeigten einen Grundwasserstand über dem Nullpunkt des Pegels an den Dammmühlen:

bei *A* I 0·94 m	bei *B* I 0·93 m	bei *C* III 0·92 m	bei *D* I 0·92 m
„ *A* IV 0·90 „	„ *B* V **0·86** „		„ *D* IV 0·88 „

Hiernach stellt sich eine Senkung des Niveaus des Grundwasserspiegels in der Richtung nach *B* V hin heraus. Dasselbe Resultat erhält man zweitens auch beim Vergleiche der niedrigen Grundwasserstände vom 17. November:

bei *A* I 0·50 m	bei *B* I 0·49 m	bei *C* III 0·49 m	bei *D* I 0·49 m
„ *A* IV 0·49 „	„ *B* V **0·47** „		„ *D* IV 0·48 „

Deutlich erkennt man ferner noch die Richtung des Grundwasserstromes nach *B* V zu, sobald man nur die Messungen von *B* I, *B* V und *C* III herausgreift und in Curven wiedergiebt, wie dies auf Taf. XI geschehen ist, oder wenn man den Wasserstand in diesen drei Bohrlöchern von dem nämlichen Tage in die entsprechenden Profile einträgt (vgl. Taf. X, Profile *B* und *C*, in welchen die Grundwasserlinie vom 17. November angedeutet worden ist). Nach alledem darf angenommen werden, dass sich das Grundwasser nach *B* V hin bewegt; dies wäre aber nicht, wie es gewöhnlich der Fall ist, eine Strömung nach dem öffentlichen Wasserlaufe zu, hier also nach der Spree, sondern gerade in entgegengesetzter Richtung. Dieselbe Beobachtung ist auch für die horizontale Grundwasserbewegung im Thalsande des Charité-Untergrundes gemacht worden. Wahrscheinlich sind es hier, wie dort, in der Nachbarschaft befindliche Bodenformationen, welche den Grundwasserstrom von seiner natürlichen Richtung nach der Spree zu ablenken.

5. Chemisches Verhalten des Grundwassers.

Wie bereits oben angeführt ist, dienten zur Entnahme des Grundwassers behufs chemischer Untersuchung ausser den sieben Standröhren *A* I und IV, *B* I und V, *C* III, *D* I und IV auch noch die beiden Kesselbrunnen. Ueber die Tiefe der letzteren konnten genaue Angaben nicht erhalten werden. Der Kessel des beim Bohrloche *D* I befindlichen Brunnens soll 6 bis 8 m tief unter der Bodenoberfläche liegen, während derjenige des in der Nähe von *A* II befindlichen Brunnens, welch' letzterer selbst in einer ca. 1·5 m tiefen Mulde des Kirchhofsterrains errichtet ist, nur 4 m tief (von der Oberfläche dieser Mulde an gerechnet) sein soll.

Die Ergebnisse der Untersuchung befinden sich in der Tabelle VII.

Tabelle VII.

Ergebnisse der chemischen Untersuchung des Wassers.

(Milligramme im Liter.)

Bezeichnung der Entnahmestelle	Tag der Entnahme	Temperatur bei der Entnahme Grad C.	Rückstand	Chlor	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Kalk	Oxydirbarkeit als Kaliumpermanganat	Eisen	Schwefelsäure
1. Bohrloch *A* I	9./10. 1890	11	1131·5	106·5	1·5	Spur	113·4	337·6	11·81	0·59	viel
2. Brunnen in d. Nähe vom Bohrloche *A* II	9./10. 1890	11	1555·5	49·7	0·2	0	117·8	490·5	50·15	Spur	sehr viel
3. Bohrloch *A* IV	13./10. 1890	10	825·5	45·5	Spur	0	108·6	217·7	17·13	0·39	viel
4. „ *B* I	9./10. 1890	11	854·0	41·65	0·4	Spur	107·0	246·6	16·83	0·4	„
5. „ *B* V	13./10. 1890	10	882·0	47·75	Spur	Spur	112·6	235·0	13·24	0·3	„
6. „ *C* III	13./10. 1890	10	842·5	45·5	Spur	0	110·6	251·8	15·06	Spur	„
7. „ *D* I	13./10. 1890	11	983·5	69·2	1·1	0	86·5	325·2	20·9	Spur	„
8. Brunnen beim Bohrloche *D* I	9./10. 1890	12	971·5	69·2	1·15	0	95·0	337·6	25·4	Spur	„
9. Bohrloch *D* IV	13./10. 1890	10	841·5	45·5	Spur	Spur	109·4	248·8	13·29	Spur	„

Die untersuchten Wässer zeigen hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung den Charakter, welcher den Flachbrunnenwässern aus Berliner Untergrund eigenthümlich ist; sie enthalten nämlich eine grosse Menge gelöster Stoffe (Rückstand), besitzen eine grosse Härte (Kalkgehalt) und einen hohen Gehalt an Salpetersäure. Ferner sind sie alle mehr oder weniger stark ammoniakhaltig und einige von ihnen weisen auch Spuren von salpetriger Säure auf. An organischen Stoffen sehr reich er-

scheint eigentlich nur das Wasser Nr. 2 aus dem Brunnen in der Nähe des Bohrloches *A* II (mit einer Oxydirbarkeit von $50 \cdot 15^{mgrm}$ Kaliumpermanganat pro Liter), während die Oxydirbarkeit der anderen Wässer als nicht zu hoch angesehen werden kann.

Vergleicht man die Analysenergebnisse der Wässer unter einander, so bemerkt man, dass Nr. 3, 4, 5, 6 und 9 einerseits, Nr. 7 und 8 andererseits eine annähernde Uebereinstimmung in ihrer chemischen Zusammensetzung aufweisen, wohingegen wieder Nr. 1 und 2 sich sowohl unter einander, als auch von den anderen Proben ganz wesentlich unterscheiden. Namentlich macht sich dieser Unterschied im Rückstand, Kalk-, Chlorgehalt und in der Oxydirbarkeit bemerklich, während er bei den stickstoffhaltigen Bestandtheilen weniger auffällt. Im Allgemeinen kann man das Grundwasser als ein solches ansehen, in dem die Nitrification der ursprünglich in ihm vorhanden gewesenen organischen Stoffe eine ziemlich vollendete ist; denn dass das Wasser von Hause aus organische Substanzen in ziemlich grosser Menge enthalten haben musste, geht aus seinem hohen Gehalt an Salpetersäure, aus dem noch vorhandenen Ammoniak und aus der in einigen Proben noch nachweisbaren salpetrigen Säure hervor, und darf eigentlich bei einem Flachbrunnenwasser aus der Nähe menschlicher Wohnungen auch von vornherein erwartet werden.

Da der Sand, aus dem das Wasser geschöpft ist, nur Spuren von Nitraten, die ebensogut aus dem zum Bohren benutzten Wasser des Kesselbrunnens Nr. 2 (Tab. VII) herrühren können, an destillirtes Wasser abgab und sich überhaupt sehr arm an stickstoffhaltigen und anderen löslichen Stoffen erwies, so fehlt eigentlich jede Beziehung zwischen der Zusammensetzung des Untergrundes und des aus ihm entnommenen Grundwassers. Es bleibt mithin nur der Schluss übrig, dass die Grundwasserströme, noch bevor sie den Untergrund des alten Charité-Kirchhofes berühren, bereits im wesentlichen die durch die Analyse constatirten Bestandtheile enthalten; dieser Schluss findet eine Stütze darin, dass diejenigen Bestandtheile, nämlich die Nitrate und Chloride, welche quantitativ beim Durchströmen von Wasser durch den Boden am wenigsten verändert zu werden pflegen, in ziemlich gleichmässiger Menge in den ihrer chemischen Zusammensetzung nach in drei Gruppen einzutheilenden Grundwässern aus dem hier in Rede stehenden Boden angetroffen wurden.

Woher es kommt, dass die Wässer Nr. 1 und 2 auf der einen Seite, Nr. 7 und 8 auf der anderen Seite im Vergleich zu der grösseren Anzahl der untersuchten Wasserproben (Nr. 3, 4, 5, 6 und 9) bezüglich ihres chemischen Verhaltens gewisse Abweichungen zeigen, dafür liess sich ein bestimmter Grund nicht ermitteln. Möglicher Weise gehören die einzelnen Gruppen der hier aufgefundenen Wässer verschiedenen Grundwasser-

strömen an, welche sich im Untergrunde des Kirchhofes treffen. Noch wahrscheinlicher ist es aber, dass die Verunreinigungen des Bodens, auf welche der chemische Befund bei einigen der Wässer hinweist — z. B. die Oxydirbarkeit bei Probe Nr. 2, das Chlor bei Probe Nr. 1, die Rückstände bei Nr. 1 und 2 — in den allerobersten Bodenschichten zu suchen sind. Hier, und insbesondere an der Oberfläche selbst hat sich im Laufe der Zeit zwar keine sehr mächtige, aber an organischen Stoffen doch äusserst reiche Decke von Humus gebildet. Ausserdem befinden sich Lagerstätten und Anhäufungen von Schutt und Abfällen auf manchen Stellen des Kirchhofterrains, und vornehmlich gilt dies von der Mulde, in welcher der Kesselbrunnen steht, dessen Wasseranalyse unter Nr. 2 der Tab. VII angegeben ist. Die in den Boden versickernden Niederschlagswässer laugen die auf der Bodenoberfläche und in den Schichten unmittelbar unter dieser befindlichen organischen Stoffe aus und führen die Lösung dem Grundwasser zu.

Bezüglich des letztgenannten Brunnens wäre noch hervorzuheben, dass derselbe sich in einem sehr schadhaften Zustande befindet; er ist aus Holz construirt, welches morsch und verfault ist. Bei ihm sind offenbar alle Bedingungen für eine directe Verunreinigung seines Wassers von aussen her gegeben.

6. Bacteriologisches Verhalten des Grundwassers.

Diese Untersuchung geschah genau so, wie oben (S. 33) beschrieben worden ist. Von einer Prüfung des Wassers aus Bohrloch *D* I wurde abgesehen, weil man Bedenken trug, das Standrohr durch Hineingiessen von Schwefelsäure-Carbolsäure wegen der grossen Nähe des sehr häufig benutzten Brunnens (Nr. 8) zu desinficiren.

Die Resultate der bacteriologischen Untersuchungen sind aus Tab. VIII zu ersehen.

Die Befunde bestätigen hier nur das, was man bereits in bacteriologischer Hinsicht vom Grundwasser aus einem gut filtrirenden Boden weiss. Während das Wasser vor der Desinfection des Standrohres einen hohen Keimgehalt besass, der sich schon während des Abpumpens sehr merklich verringerte, war dasselbe nach der Desinfection und nach der Entfernung der Carbolsäure-Schwefelsäure durch tüchtiges Pumpen keimfrei geworden und blieb es auch während der Dauer des Versuches. Hieraus folgt auch wieder für diesen Fall, dass der anfängliche Keimgehalt durch die Verunreinigungen der Innenwandungen des Standrohres und durch die beim Bohren und beim Einsetzen des Saugers in die tieferen Bodenschichten verschleppten ausser-

Tabelle VIII. Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser.

(C.-R. bedeutet Carbolsäure-Reaction.)

	Bohrloch *A* I			Bohrloch *A* IV			Keimgehalt in den Kesselbrunnen
	im 1sten Liter	im 100sten Liter	im 500sten Liter	im 1sten Liter	im 100sten Liter	im 500sten Liter	
am 1. Tage	ca. 10 000	2400	400	über 4000	1900	1000	1) bei Bohrloch *A* II
„ 2. „	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	im 1sten Liter über 100 000
							im 100sten Liter: 9000
„ 3. „	0 (C.-R.)	0 (keine C.-R.)	0 (keine C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (keine C.-R.)	im 500sten Liter: 4000
„ 4. „	2	0	0	0 (keine C.-R.)	0 (keine C.-R.)	0	2) bei Bohrloch *D* I
„ 5. „	12	7	0	9	0	0	im 1sten Liter: 14 000
„ 6. „	20	6	10	15	12	2	im 100sten Liter: 600
„ 7. „	14	0	1	24	1	0	im 500sten Liter: 270

	Bohrloch *B* I			Bohrloch *B* V			Bohrloch *C* III			Bohrloch *D* IV		
	im 1sten Liter	im 100sten Liter	im 500sten Liter	im 1sten Liter	im 100sten Liter	im 500sten Liter	im 1sten Liter	im 100sten Liter	im 500sten Liter	im 1sten Liter	im 100sten Liter	im 500sten Liter
am 1. Tage	unzählige	5000	2000	2800	620	200	2000	500	290	15 000	380	100
„ 2. „	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)
„ 3. „	0 (C.-R.)	0 (keine C.-R.)	0 (keine C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (keine C.-R.)	0 (keine C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (keine C.-R.)	0 (keine C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)	0 (C.-R.)
„ 4. „	12	13	0	5	0	0	14	1	0	0 (C.-R.)	0 (keine C.-R.)	0 (keine C.-R.)
„ 5. „	51	11	0	18	1	0	8	1	0	4	0	0
„ 6. „	88	10	0	58	14	0	49	6	0	62	0	0
„ 7. „	114	6	0	—	—	1	—	—	0	15	3	1
„ 8. „	240	15	2	—	—	—	—	—	0	9	12	2

ordentlich keimreichen Erdmassen aus den oberen Bodenschichten verursacht worden, dass aber das frisch zuströmende Grundwasser frei von Bacterien ist. Andernfalls hätte sich, nachdem die Wirkung des in die Röhren hineingebrachten Desinfectionsmittels nach dessen Wiederentfernung aufgehört hatte, in den nach einigen Tagen entnommenen Wasserproben eine ebenso oder wenigstens annähernd so grosse Anzahl von Mikroorganismen, wie vor der Desinfection, wieder vorfinden müssen.

Das eben mitgetheilte Ergebniss steht nicht nur mit dem gefundenen bacteriologischen Verhalten der im Bereiche des Grundwassers befindlichen Bodenschichten in voller Uebereinstimmung, denn letztere hatten sich gleichfalls keimfrei gezeigt, sondern beweist auch im Zusammenhange damit, dass der Untergrund des alten Charité-Kirchhofes durchweg eine ausreichende filtrirende Kraft besitzt. Von den an seiner Oberfläche abgelagerten, zersetzungsfähigen und keimreichen Verunreinigungen (Schutt, thierischen Abfällen, Pflanzenresten) konnten durch den Boden nur gelöste Stoffe, also Substanzen weniger bedenklicher Art, jedoch keine Mikroorganismen bezw. Krankheitskeime in den Untergrund gelangen.

Zusammenstellung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen.

1. Der Boden des alten Charité-Kirchhofes besteht, soweit die bis auf 6 m fortgesetzten Bohrungen ergeben haben, aus (sehr feinem und darunter befindlichem mittelkörnigen) Thalsande. Dieser ist von bautechnischer Seite als guter Baugrund bezeichnet worden.

2. Bis auf 1·70 m Tiefe ist der Boden umgewühlt und bis vor 31 Jahren zu Beerdigungen benutzt worden. Deshalb ist die Zone des „umgewühlten" Bodens in überaus reichlicher Menge mit menschlichen Gebeinen und auch noch mit Sargresten durchsetzt.

3. Die Verwesung der auf dem alten Charité-Kirchhofe beerdigten Leichen ist eine so vollkommene, dass sich die zur Bestattung benutzten oberen Bodenschichten weder chemisch noch bacteriologisch von einem Boden unterscheiden, welcher nicht als Kirchhof gedient hatte. Die chemische Untersuchung des von Sargresten, Wurzeln und von sonstigen sichtbaren und gröberen Beimengungen befreiten Bodens aus 0.5 und 1·50 m Tiefe hat nämlich constatirt, dass derselbe keineswegs mit fäulnissfähigen organischen Stoffen überladen, dass er im Gegentheil ärmer an stickstoffhaltigen Substanzen sei und einen geringeren Glühverlust besitze, als die von Flügge untersuchten Proben von aufgeschüttetem Boden Berlins, bezw. als der aufgeschüttete Boden des Charité-Grundstückes.

4. Die tieferen, in ihrer natürlichen Lage und Beschaffenheit verbliebenen Bodenschichten (von 1·70 bezw. 2 m an bis 6 m) verhielten sich genau so wie der Thalsand im Untergrunde des Charité-Grundstückes; es fanden sich darin meist nur Spuren von stickstoffhaltigen Stoffen vor und keine Mikroorganismen. Mithin hat die vor vielen Jahren stattgefundene Benutzung des darüber lagernden Bodens zur Bestattung weder chemisch, noch bacteriologisch nachweisbare Verunreinigungen hinterlassen bezw. zur Folge gehabt.

5. Das Grundwasser hatte sich während der Beobachtungszeit von acht Monaten der Bodenoberfläche bis auf 2·93 m (rund 3 m) genähert und dürfte selbst im ungünstigsten Falle, d. h. bei abnorm hohen Grundwasserständen, noch immer um fast 2 m von dieser entfernt bleiben.

6. Das Grundwasser aus den Bohrlöchern und aus den auf dem alten Charité-Kirchhofe befindlichen Brunnen besitzt die chemischen Eigenschaften des Wassers der Berliner Flachbrunnen; diese zeichnen sich in der Regel durch einen grossen Gehalt an Stickstoffverbindungen und vorzugsweise an Salpetersäure aus. Man ist nicht berechtigt, das Vorkommen der letztgenannten Bestandtheile im Grundwasser des hier in Rede stehenden Grundstückes etwa als ein von der Verwesung von Leichen noch herrührendes Product anzusehen; man muss vielmehr annehmen, dass das Grundwasser schon vor seinem Eintritt in das Gebiet des alten Charité-Kirchhofes im Wesentlichen die constatirte Zusammensetzung besessen habe und hier nur an einzelnen Stellen noch insofern eine Veränderung erleidet, als das in den Boden versickernde Niederschlagswasser die auf der Bodenoberfläche abgelagerten Schmutzstoffe auslaugt und diese Lösung dem Grundwasser zuführt.

7. Das Grundwasser erwies sich frei von Mikroorganismen; der Boden des alten Charité-Kirchhofes ist daher im Stande, das Eindringen von Mikroorganismen bezw. Krankheitskeimen in seine tieferen Schichten zu verhindern.

8. Nach alledem liegt auch vom hygienischen Standpunkte kein Grund vor, von der Verwendung des alten Charité-Kirchhofes für Wohnungs- oder Krankenhauszwecke abzurathen.

Anhang II.

Verzeichniss A.

Vermessungsresultate der Bohrlöcher bezw. Standröhren.

Linie	Nummer des Bohrloches	Höhe des Bodens über dem Normal-Nullpunkt (Amsterdamer Pegel) m	Höhe der Standrohre über dem Normal-Nullpunkt (Amsterdamer Pegel) m	Höhe des Bodens über dem Nullpunkt d. Dammmühlenpegels (Unterwasser) [1] m	Höhe der Standrohre über dem Nullpunkt d. Dammmühlenpegels (Unterwasser) [1] m	Bemerkungen Länge der Standrohre m
A	I	33·78	34·29	**3·84**	4·35	0·51
	II	34·45	—	4·51	—	—
	III	34·11	—	4·17	—	—
	IV	34·60	35·06	**4·66**	5·12	0·46
Alter Brunnen		32·61	34·39	2·67	4·45	—
B	I	33·80	33·91	**3·86**	3·97	0·11
	II	34·98	—	5·04	—	—
	III	35·00	—	5·06	—	—
	IV	34·35	—	4·41	—	—
	V	34·56	34·92	**4·62**	4·98	0·36
C	I	34·69	—	4·75	—	—
	II	34·71	—	4·77	—	—
	III	34·68	35·17	**4·74**	5·23	0·49
D	I	34·09	34·30	**4·15**	4·37	0·21
	II	34·99	—	5·05	—	—
	III	34·77	—	4·83	—	—
	IV	34·39	34·47	**4·45**	4·53	0·08

[1] Lage des Dammmühlenpegels (Unterwasser) über dem Normal-Nullpunkt = 29·941 m.

Verzeichniss B.

Bohrprotokolle und Korngrössen des erbohrten Sandes.

Bohrloch *A* I (am 25./8. 1890).

Bis 0·85 m aufgeschütteter und umgewühlter Boden (Sand) mit Wurzeln durchsetzt und bis 0·60 m mit Humus durchmengt.

Bei 1·20 „ Knochen; gelber Sand.

„ 1·25 „ der Sand wird etwas gröber, ohne die Farbe zu ändern (noch als fein zu bezeichnen)

„ 2·95 „ der Sand wird etwas heller.

„ 3·20 „ der Sand wird etwas feucht und etwas grobkörniger.

„ 3·30 „ desgleichen.

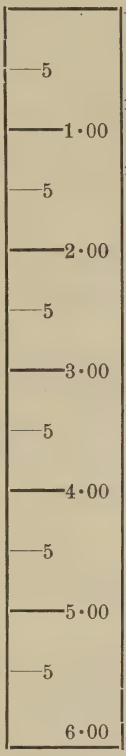
„ 3·50 „ das Grundwasser wird sichtbar.

„ 3·50 bis 3·70 m im Sande einzelne grössere Geschiebe.

„ 4·60 m etwas Lehm im Sande.

„ 5·30 „ reichliche Mengen von Lehm.

„ 5·40 „ der Sand wird feiner und nimmt bei 5·50 „ seine gröbere Beschaffenheit wieder an.



Umgewühlter Boden. 0·85 m

Feiner, gelber Sand. 1·25 m

Mittlerer Sand. 3·20 m

Mittlerer Sand, ein wenig gröber als der vorige. 6·00 m

Art der Bohrung. Bis 1·50 m Tiefe eine Grube ausgeschaufelt, von 1·50 bis 3·50 m (Grundwasser) mit dem Trommelbohrer, von da an nass gebohrt.

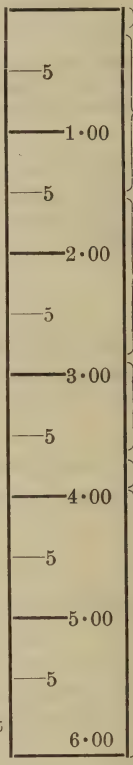
Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	1·0	1·1	2·0	0·7 Proc.
zwischen 3—1 „	0·8	1·6	1·4	0·9	6·5	6·6	1·2 „
„ 1—1/2 „	7·1	26·2	33·3	16·7	47·2	46·6	17·2 „
„ 1/2—1/4 „	17·9	54·2	43·3	66·2	35·8	24·4	55·2 „
unter 1/4 „	74·2	18·0	22·0	15·1	9·4	20·4	25·7 „

Bohrloch *A* II (am 25. und 26./8. 1890).

(Das Bohrloch liegt am Rande eines alten Grabes; in der Nähe befindet sich ein alter Kesselbrunnen.)

Bis 0·12m Humus.



0·12m Humus.

Umgewühlter Boden (sehr feiner Sand).

Bei 1·30„ erscheinen Reste eines Sarges.

„ 1·50„ gewachsener Boden; gelblicher Sand, etwas schärfer wie bei 1·30m. — 1·50m

Bis 2·40„ der Sand wird heller, behält dieselbe Korngrösse. — Mittlerer, weisser Sand.

Bei 2·70„ der Sand fühlt sich feucht an und scheint etwas gröber zu sein,

„ 2·85„ der Sand ist feucht u. noch ein wenig gröber, — 2·85m

„ 3·00„ sehr feuchter Sand. — Etwas gröberer Sand.

„ 3·15„ Wasser wird sichtbar, — 3·60m

„ 3·60„ der Sand wird wieder etwas feinkörniger, — 3·80m Mittlerer Sand.

„ 3·80„ „ „ wird wieder gröber,

„ 4·30„ „ „ wird noch etwas gröber.

„ 5·00„ einzelne Geschiebe. — Etwas gröberer Sand.

„ 6·00„ grössere Geschiebe, der Sand ist mit Lehm untermischt. — 6·0m

Art der Bohrung. Bis 1·50m Tiefe eine Grube ausgeschaufelt, von 1·50 bis 3·15m (Grundwasser sichtbar) mit dem Trommelbohrer, von da an nass gebohrt.

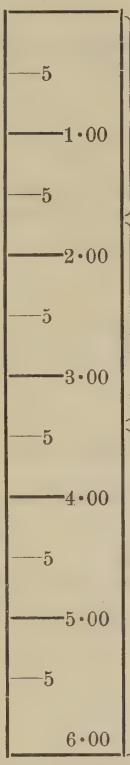
Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	1·3 Proc.
zwischen 3—1 „	2·0	2·9	0·6	1·6	0·0	1·6	0·5 „
„ 1—1/2 „	21·3	31·3	23·9	29·3	22·2	37·3	28·5 „
„ 1/2—1/4 „	39·9	46·7	70·7	56·2	30·6	29·5	17·8 „
unter 1/4 „	36·8	19·1	4·8	12·9	47·2	31·6	51·9 „

Bohrloch *A* III (am 26./8. 1890).

(Das Bohrloch liegt zwischen zwei Gräbern.)

Bis 1·50 m umgewühlter Boden, bestehend aus sehr feinem Sande, welcher mit Wurzeln stark durchsetzt ist; Humusschicht sehr schwach.
Bei 0·90 „ Knochen.
„ 1·50 „ Sargreste.
„ 1·70 „ gewachsener Boden, ein mittlerer (etwas grobkörnigerer) Sand als bis 1·50 m.
„ 3·20 „ der Sand scheint etwas gröber zu werden, einzelne Geschiebe darin.
„ 3·30 „ der Sand ist ein wenig gröber, als vorhin, einzelne Geschiebe darin.
„ 3·40 „ wie vorhin, etwas feucht.
„ 3·50 „ sehr feucht, sonst wie bei 3·30 m.
„ 3·60 „ Grundwasser wird sichtbar; der Sand ist hier sehr grob und enthält Lehm.
„ 4·50 „ der Sand ist feinkörniger wie vorhin, einzelne Geschiebe u. etwas Lehm darin.
4·50 bis 6·00 „ dasselbe wie bei 4·50 m.



Umgewühlter Boden (hauptsächlich gelber feiner Sand). 1·70 m
Mittlerer Sand. 3·30 m
Etwas gröberer Sand. 6·0 m

Art der Bohrung. Bis 1·70 m Tiefe eine Grube ausgeschaufelt, bis 3·60 m Tiefe (Grundwasser sichtbar) mit dem Trommelbohrer und von 3·60 bis 6·00 m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	0·9	0·5	0·6	0·0 Proc.
zwischen 3—1 „	2·7	0·3	8·7	1·3	4·1	1·5	1·1 „
„ 1—1/2 „	5·6	2·1	23·4	2·8	26·6	7·1	7·1 „
„ 1/2—1/4 „	6·2	4·8	52·8	42·9	32·6	21·8	21·4 „
unter 1/4 „	85·5	92·8	15·1	52·1	36·2	68·8	70·4 „

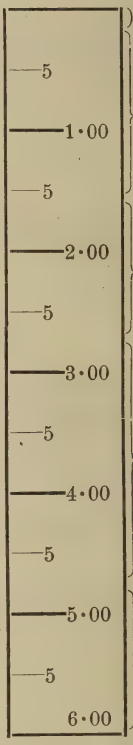
Bohrloch *A* IV (am 26. und 28./8. 1890).

Bis 0·10 m Rasendecke, von da
„ 1·50 „ aufgewühlter Boden, mit Wurzeln reichlich durchsetzt.

Bei 1·30 „ Reste eines Sarges. Knochen.

„ 1·50 „ der natürliche Boden beginnt, sehr feiner gelber Sand, welcher bis
2·60 „ seine Beschaffenheit beibehält; hier wird derselbe etwas gröber.

„ 3·70 „ der Sand beginnt feucht zu werden.
„ 3·80 „ der Sand ist grobkörniger und feuchter, als vorhin.
„ 3·90 „ der Sand ist sehr feucht, aber wieder etwas feiner.
„ 4·00 „ Grundwasser wird sichtbar.
„ 4·75 „ der Sand wird wieder etwas gröber und bleibt so bis 6 m.



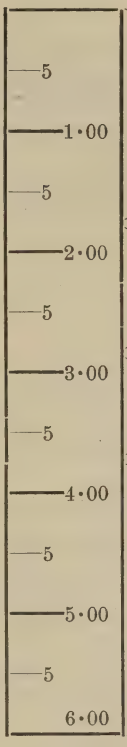
0·10 m Rasendecke.
Umgewühlter Boden.
1·50 m
Feiner gelber Sand.
2·60 m
Mittlerer Sand.
4·75 m
Ein wenig gröberer Sand, wie vorhin.
6·0 m

Art der Bohrung: Bis 1·50 m eine Grube ausgeschaufelt, von 1·50 bis 4 m (Grundwasser sichtbar) mit dem Trommelbohrer, von 4 bis 6 m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0 Proc.
zwischen 3—1 „	0·3	0·5	0·0	3·4	0·4	2·4	1·1 „
„ 1—1/2 „	0·7	1·6	1·2	24·9	2·2	12·6	7·6 „
„ 1/2—1/4 „	5·7	4·4	3·3	47·3	8·6	36·5	39·8 „
unter 1/4 „	93·3	93·5	95·5	24·4	88·6	48·5	51·5 „

Bohrloch *B* I (am 1./9. 1890).



Bis 1·70 m umgewühlter Boden, meist aus sehr feinem Sande bestehend. Das Bohrloch liegt zwischen zwei Gräbern, bei 1·25 m war das erste Grab, das zweite bei 1·65 m. — Umgewühlter Boden.

Bei 1·70 „ natürlicher Boden, feiner weisser Sand. — 1·70 m

„ 2·00 „ der Sand wird ein wenig schärfer.

„ 2·80 „ heller Sand von etwas schärferem Korn („mittlerer Sand"). — Feiner weisser Sand. 2·80 m

„ 3·00 „ Der Sand ist etwas feucht; Korngrösse scheinbar dieselbe wie bei 2·80.

„ 3·25 „ Der Sand ist sehr feucht; Korngrösse wie vorhin. — Etwas schärferer (mittlerer) Sand. 3·70 m

„ 3·50 „ Grundwasser wird sichtbar.

„ 3·70 „ der Sand wird etwas gröber.

„ 3·80 „ grössere Geschiebe im Sande.

„ 5·00 „ dito. — Mittlerer Sand.

„ 5·00 „ bis 6·00 m der Sand ändert seine Beschaffenheit nicht. — 6·0 m

Art der Bohrung: Bis 1·70 m eine Grube ausgeschaufelt, von 1·70 bis 3·50 m mit den Trommelbohrer, von 3·50 bis 6 m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	1·3	0·4	0·9	1·9	2·3 Proc.
zwischen 3—1 „	0·5	0·5	2·7	5·9	5·4	1·6	2·4 „
„ 1—1/2 „	1·1	1·3	22·7	4·3	31·7	29·1	36·4 „
„ 1/2—1/4 „	6·1	6·0	49·6	56·0	45·8	36·3	24·1 „
unter 1/4 „	92·3	92·2	23·7	33·4	16·2	31·1	34·8 „

Bohrloch *B* II (am 1. und 2./9. 1890).

Bis 0·6 m Humus und Rasendecke.

Von 0·6 „ bis 1·60 m umgewühlter Boden, bestehend aus feinem Sande, dazwischen Wurzeln, Sargreste. (Bei 1·25 liegt ein altes Grab, bei 1·50 wieder Sargreste.)

Bei 1·60 „ natürlicher Boden, Sand sehr fein mit Eisenoxyd durchmengt.

„ 1·80 „ dasselbe.

„ 2·00 „ dasselbe.

„ 2·20 „ dasselbe.

„ 2·40 „ dasselbe.

„ 2·50 „ ein wenig grobkörnigerer Sand.

„ 2·65 „ Der Sand ist entschieden grobkörniger und wird hell, bleibt so bis 3·90 m.

„ 3·50 „ einzelne Geschiebe, Korngrösse wie vorhin.

„ 3·90 „ Der Sand scheint etw. gröber zu werden.

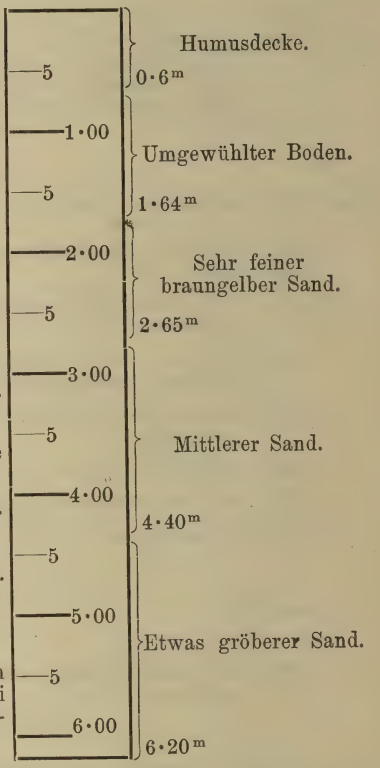
„ 4·20 „ „ „ ist etwas feucht.

„ 4·40 „ „ „ ist feucht u. hat gröberes Korn.

„ 4·60 „ „ „ sehr grobkörnig und feucht.

„ 4·70 „ Grundwasser sichtbar.

Von 5·25 „ bis 6·20 brachte jeder Bohrer Lehm zum Vorschein, besonders reichlich bei 6·20 m, bei letzterer Tiefe auch zahlreiche Geschiebe.



Art der Bohrung: Bis 1·60 m eine Grube ausgeschaufelt, von 1·60 bis 4·70 m mit dem Trommelbohrer, von 4·70 bis 6·20 m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	1·4	2·0 Proc.
zwischen 3—1 „	1·1	0·0	0·0	0·0	1·7	7·9	12·6 „
„ 1—1/2 „	1·9	3·3	1·2	0·9	9·4	29·0	21·9 „
„ 1/2—1/4 „	48·0	5·7	1·8	60·2	52·6	35·8	19·1 „
unter 1/4 „	49·0	91·0	97·0	38·9	36·3	25·9	44·4 „

Bohrloch *B* III (am 2./9. und 4./9. 1890).

Bis 0·50m mit Sand durchsetzter Humus.

0·50 bis 1·70m umgewühlter Boden, hauptsächlich aus feinem Sande bestehend, mit Wurzeln reich durchsetzt.

1·20 bis 1·50m neben der Grube ein Grab, bei 1·25m Knochen, Sargreste.

1·70 bis 2·65m feiner gelber Sand.

Bei 2·90m findet sich eine sehr schwache Ader von recht scharfem Sande.

„ 3·15„ der Sand wird etwas heller.

„ 3·85„ eine Ader feineren Sandes.

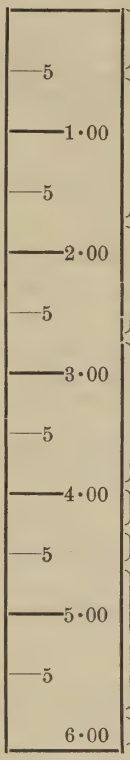
„ 4·25„ der Sand hat ungefähr die Korngrösse wie bei 2·65 bis 3·85m.

„ 4·45„ desgleichen, nur feucht.

„ 4·55„ der Sand ist etwas gröber; das Grundwasser wird sichtbar.

4·55 bis 5·75m der Sand behält die Korngrösse.

„ 5·75m der Sand wird wieder etwas feiner (ungefähr wie bei 4·25m) und bleibt so bis 6m.



Mit Sand durchsetzter Humus. 0·50 m

Umgewühlter Boden. 1·70m

Gelber Sand. 2·65m

Etwas gröberer (mittlerer) Sand als vorhin. 3·85m

4·25m Feiner Sand.

4·55m Mittlerer Sand.

Gröber als vorhin. 5·75m

6·0m Mittlerer Sand.

Art der Bohrung. Bis 1·70m eine Grube ausgeschaufelt, von 1·70 bis 4·55m mit dem Trommelbohrer, von 4·55 bis 6m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·5	0·0 Proc.
zwischen 3—1 „	0·8	0·3	0·0	4·7	2·6	2·9	0·9 „
„ 1—1/2 „	1·7	1·9	0·0	33·8	22·4	19·6	4·3 „
„ 1/2—1/4 „	5·1	6·4	3·2	49·5	48·9	40·7	27·2 „
unter 1/4 „	92·4	91·4	96·8	12·0	26·1	36·3	67·6 „

Bohrloch *B* IV (am 2./9. und 4./9. 1890).

Bis 0·50 m Humusdecke.

0·50 bis 1·55 m umgewühlter Boden, meist aus feinem gelben Sande bestehend, mit Wurzeln durchsetzt; bei 1·30 m Knochen, Sargreste.

Bei 1·55 m bis 2·50 m sehr feiner gelber Sand.

Bei 2·50 m wird das Korn des Sandes schärfer.

„ 2·70 „ wird das Korn des Sandes etwas feiner.

„ 2·80 „ Korn des Sandes wie bei 2·50 m.

„ 3·00 „ einige kleinere Geschiebe im Sande, welcher heller wird.

„ 3·45 „ der Sand ist noch etwas gröber, wie bei 2·50 m.

„ 3·70 „ der Sand wird wieder etwas feiner und feucht.

„ 3·80 „ desgleichen.

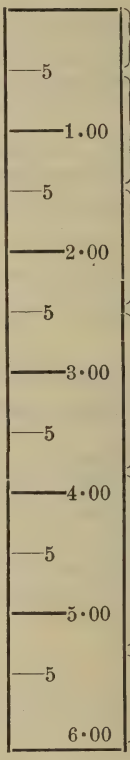
„ 3·90 „ Korngrösse wie bei 3·80 m, sehr feucht.

„ 4·00 „ desgleichen, das Grundwasser wird sichtbar.

„ 4·75 „ Korngrösse wie vorhin.

„ 5·00 „ desgleichen.

„ 5·25 „ der Sand wird schärfer und bleibt so bis 6 m.



Humusdecke. 0·50 m

Umgewühlter Boden. 1·55 m

Sehr feiner gelber Sand. 2·50 m

Etwas gröberer (mittlerer) Sand 3·80 m

Etwas feinerer Sand wie vorhin. 5·25 m

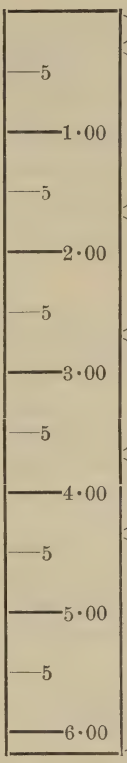
Wieder etwas gröberer Sand. 6·0 m

Art der Bohrung. Bis 1·50 m eine Grube ausgeschaufelt, von 1·50 bis 4 m mit dem Trommelbohrer, von 4 bis 6 m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·5	0·0	0·3	0·0	0·7	0·0 Proc.
zwischen 3—1 „	0·0	1·0	0·0	0·1	1·5	1·0	1·0 „
„ 1—½ „	0·5	4·8	0·7	6·6	6·1	12·2	5·6 „
„ ½—¼ „	6·2	12·7	5·3	57·5	59·1	41·2	29·6 „
unter ¼ „	93·3	81·0	94·0	35·5	33·3	44·9	63·8 „

Bohrloch *B* V (am 2./9. und 4./9. 1890).



Bis 0·30m Humusdecke. — 0·30m Humusdecke.

Von 0·30 bis 1·60m umgewühlter Boden, feiner Sand mit Wurzeln, Sargresten; bei 0·50m bereits Knochen. — Umgewühlter Boden.

Bei 1·40m ein altes Grab.

1·60 bis 2·70m sehr feiner gelber Sand. — 1·60m — Sehr feiner gelber Sand.

„ 2·70m der Sand wird ein wenig gröber (mittlerer Sand) und bleibt so bis 3·70m. — 2·70m — Mittlerer Sand.

„ 3·90 „ der Sand wird sehr fein und feucht. — 3·70m

„ 4·00 „ der Sand bleibt fein; Grundwasser sichtbar. — Feiner heller Sand.

„ 4·10 „ der Sand bleibt fein, aber einzelne Geschiebe darin. — 4·25m

„ 4·25 „ der Sand wird gröber, er ist mit mittlerem Kies vermengt.

„ 4·55 „ etwas gröberer Sand, Lehm dazwischen. — Mit Lehm vermengter, etwas gröberer Sand.

„ 5·00 „ desgleichen.

„ 5·50 „ lehmfrei, Korngrösse wie vorhin.

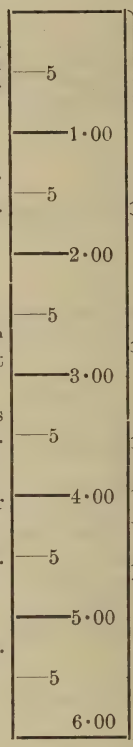
„ 6·20 „ desgleichen. — 6·20m

Art der Bohrung. Bis 1·60m eine Grube ausgeschaufelt, von 1·60 bis 4m mit dem Trommelbohrer, von 4 bis 6·20m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrössen	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	0·9	0·0	1·9	1·7 Proc.
zwischen 3—1 „	1·3	0·0	3·1	4·7	0·0	5·4	4·0 „
„ 1—1/2 „	1·1	0·1	4·8	31·3	0·0	3·6	21·9 „
„ 1/2—1/4 „	3·9	2·8	15·2	44·3	0·0	44·9	42·4 „
unter 1/4 „	93·7	97·1	76·9	18·8	100·0	44·2	30·0 „

Bohrloch *C* I (am 4./9. und 9./9. 1890).



Bis 1·60 m umgewühlter Boden, feiner gelber Sand mit Wurzeln durchzogen (zwischen 0·90 bis 1·50 m an drei Seiten des Bohrloches Gräber; Sargreste, Knochen.)

Von 1·60 „ bis 2·45 m sehr feiner gelber Sand.

Bei 2·45 „ der Sand wird ein klein wenig gröber.

„ 2·65 „ der Sand ist mittleren Kornes geworden.

„ 2·80 „ der Sand bleibt wie bei 2·65 m.

„ 3·00 „ dito.

„ 3·25 „ dito.

„ 3·50 „ der Sand wird gröber, wie er bei 3·25 m war, dazwischen bei ca. 3·60 m lagert wieder eine Ader feinen Sandes.

„ 3·65 „ wie bei 3·50 m, ohne Beimengung des feinen Sandes, wird ausserdem heller.

„ 4·00 „ der Sand wird fein und feucht.

„ 4·15 „ der Sand bleibt feucht und ist wieder gröber.

„ 4·25 „ Korngrösse ca. wie bei 3·50 bis 4·00 m.

„ 4·30 „ Grundwasser wird sichtbar, Korngrösse wie vorhin.

„ 4·50 „ der Sand wird wieder mittleren Kornes.

„ 5·00 „ dito.

„ 6·00 „ der Sand wird wieder gröber.

Umgewühlter Boden, (feiner Sand.) 1·60 m

Feiner gelber Sand. 2·65 m

Mittlerer Sand. 3·5 m

Gröberer Sand. 4·0 m

Feinerer Sand. 4·15 m

Gröberer Sand. 4·50 m

Mittlerer Sand. 6·0 m

Art der Bohrung: Bis 1·60 m eine Grube ausgeschaufelt, von 1·60 bis 4·30 m mit dem Trommelbohrer, von 4·30 bis 6·00 m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·50	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	3·3 Proc.
zwischen 3—1 „	0·0	0·4	1·0	0·6	1·3	0·8	1·4 „
„ 1—1/2 „	1·2	8·0	1·0	25·0	7·2	5·7	25·2 „
„ 1/2—1/4 „	6·3	23·8	13·0	59·1	61·8	38·0	27·9 „
unter 1/4 „	92·5	67·8	85·0	15·3	29·7	55·5	42·2 „

Bohrloch *C* II (am 4./9. und 8./9. 1890).

Bis 1·50 m umgewühlter gelber Sand, mit Wurzeln durchsetzt, an der rechten Seite der Grube bei 1·40 m Knochen und Sargreste.

Von 1·50 „ bis 2·65 m feiner gelber Sand, der

bei 2·25 „ zwar eine etwas körnigere Beschaffenheit hat, aber bis 2·65 m sehr fein bleibt.

„ 2·65 „ mittlerer Sand.

„ 2·75 „ der Sand ist ein wenig schärfer wie bei 2·65 m.

„ 2·90 „ der Sand ist etwas feiner wie vor 2·65 m und ausserdem etwas heller.

„ 3·60 „ Der Sand wird entschieden gröber.

„ 3·95 „ Korn wie bei 3·60 m, feucht.

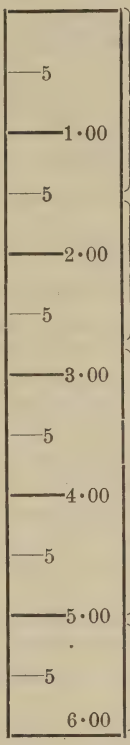
„ 4·00 „ dito. dito.

„ 4·25 „ dito. sehr feucht.

„ 4·35 „ Grundwasser ist sichtbar.

„ 4·50 „ grössere Geschiebe im Sande.

„ 5·00 „ die Korngrösse nimmt ab, ähnelt derjenigen bei 1·5 bis 2·60 m und bleibt so bis 6 m.



Umgewühlter feiner Sand. 1·50 m

Feiner gelber Sand. 2·65 m

Mittlerer Sand. 5·0 m

Wieder etwas feinerer Sand. 6·0 m

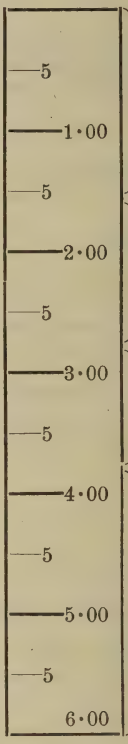
Art der Bohrung: Bis 1·50 m eine Grube ausgeschaufelt, von 1·50 bis 4·35 m mit dem Trommelbohrer, von 4·35 bis 6·00 m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	0·7	0·0	0·0	0·0 Proc.
zwischen 3—1 „	0·8	1·1	0·0	0·8	1·0	0·6	0·6 „
„ 1—½ „	2·9	8·6	6·4	20·4	36·6	6·0	12·5 „
„ ½—¼ „	15·0	15·1	29·2	54·2	32·7	14·7	23·0 „
unter ¼ „	81·3	75·2	64·4	23·9	29·7	78·7	63·9 „

Bohrloch *C* III (am 4./5. und 9./9. 1890).

Bis 1·50 m umgewühlter Boden, feiner Sand, Knochen und Sargreste bei verschiedener Tiefe.
Bei 1·00 „ 3 Schädel, Knochen, Sargreste.
„ 1·50 „ staubförmiger gelber Sand, der
„ 2·00 „ ein wenig körniger wird,
„ 2·10 „ seine körnige Beschaffenheit wieder verliert,
„ 2·50 „ wieder körniger wird, aber noch fein bleibt, und erst
„ 2·65 „ zu „mittlerem" Sande wird, bis
„ 3·15 „ diese Korngrösse beibehält und hier erst noch ein wenig schärfer wird.
„ 3·40 „ der Sand ist mit schwachen Adern von Eisenocker durchsetzt.
„ 3·70 „ der Sand wird gröber.
„ 3·90 „ der Sand scheint wieder feiner zu werden, als er bei 3·70 m war.
„ 4·00 „ der Sand ist feucht, sonst wie bei 3·90 m.
„ 4·10 „ sehr feucht, dito.
„ 4·20 „ dito., aber gröber.
„ 4·30 „ dito. dito.
„ 4·45 „ Grundwasser wird sichtbar, der Sand ist noch gröber.
„ 5·00 „ Korngrösse wie vorhin, einzelne Geschiebe.
Bis 6·00 „ behält der Sand diese Beschaffenheit.



Umgewühlter Boden. 1·50 m
Sehr feiner Sand. 2·65 m
Mittlerer Sand. 3·70 m
Scheinbar wieder etwas feinerer Sand. 6·0 m

Art der Bohrung: Bis 1·50 m eine Grube ausgeschaufelt, von 1·50 bis 4·45 m mit dem Trommelbohrer, von 4·45 bis 6·00 m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	3·6	0·0 Proc.
zwischen 3—1 „	1·1	0·0	0·0	0·8	0·6	6·1	0·5 „
„ 1—1/2 „	1·8	2·7	19·8	12·6	13·8	21·4	8·5 „
„ 1/2—1/4 „	7·4	12·6	40·1	65·8	71·4	25·3	26·5 „
unter 1/4 „	89·7	84·7	40·1	20·8	14·2	43·6	64·5 „

Bohrloch *D* I (am 28./8. 1890).

(Das Bohrloch befindet sich auf dem Hofe des sogenannten Todtengräberhäuschens.)

Bis 0·40m Humusschicht.

Bei 0·40 „ fängt ein sehr feiner gelber Sand an, welcher in seiner Beschaffenheit bis 2m verbleibt, und erst

„ 2·00 „ ein wenig schärfer wird.

„ 2·20 bis 3·25m der Sand behält dieselbe Korngrösse.

„ 3·40m der Sand wird feucht, nachdem er

„ 3·25 „ noch etwas gröber geworden war.

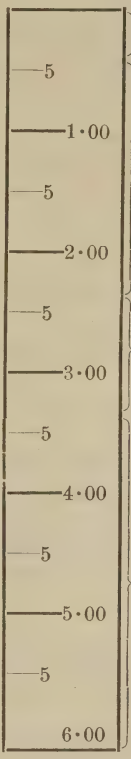
„ 3·50 „ dieselbe Korngrösse; sehr stark feucht.

„ 3·60 „ das Grundwasser wird sichtbar, der Sand enthält einzelne Geschiebe.

„ 4·55 „ ebenfalls Geschiebe } die Korngrösse bleibt dieselbe.

„ 5·10 „ desgleichen }

„ 6·00 „ viel Geschiebe }



Humusschicht. 0·40m

Feiner gelber Sand. 2·20m

Sand etwas gröber (mittlerer) als vorhin. 3·25m

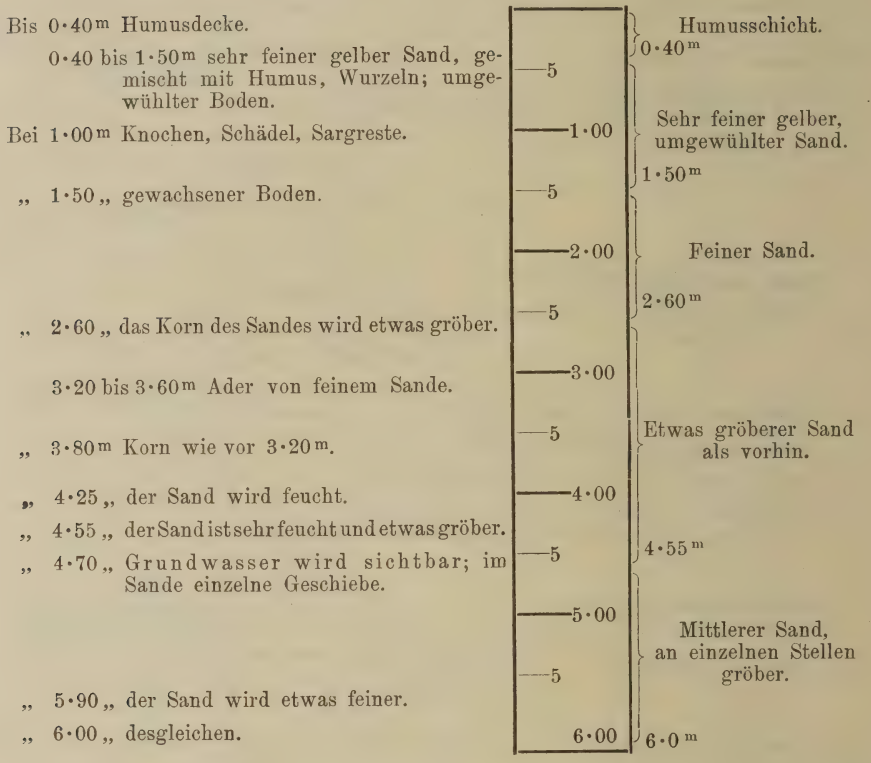
Noch etwas gröberer Sand, wie vorhin. 6·0m

Art der Bohrung. Bis 1·50m Tiefe eine Grube ausgeschaufelt, von 1·50 bis 3·60m mit dem Trommelbohrer (3·60m Grundwasser sichtbar) und von 3·60 bis 6m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	0·0	8·0	5·8	21·5 Proc.
zwischen 3—1 „	1·5	0·0	0·0	6·3	4·6	7·3	3·1 „
„ 1—1/2 „	2·0	2·3	2·8	35·7	24·7	26·8	27·8 „
„ 1/2—1/4 „	8·0	3·3	51·6	33·5	33·7	30·6	18·9 „
unter 1/4 „	88·5	94·4	45·6	24·5	29·0	29·5	28·7 „

Bohrloch *D* II (am 28. und 29./8. 1890).

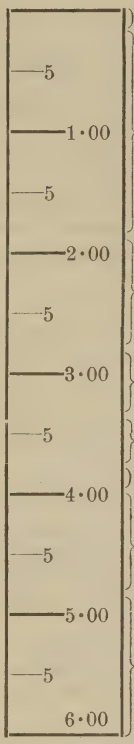


Art der Bohrung. Bis 1·50m eine Grube ausgeschaufelt, von 1·50 bis 4·70m mit dem Trommelbohrer und von 4·70 bis 6m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	0·0	0·5	0·4	0·0 Proc.
zwischen 3—1 „	0·0	0·0	0·0	3·3	2·8	1·5	0·6 „
„ 1—1/2 „	2·3	1·6	5·7	20·3	13·8	18·8	5·3 „
„ 1/2—1/4 „	5·4	7·8	5·0	43·1	63·1	46·3	49·7 „
unter 1/4 „	92·3	90·6	89·3	33·3	19·8	33·0	44·4 „

Bohrloch *D* III (am 28. und 29./8. 1890).



Bis 0·10 m Humusdecke.

Bei 1·20 „ Sargreste, Knochen; an der Seite des Bohrloches sind wieder Sargreste sichtbar.

„ 1·80 „ beginnt der natürliche Boden, bis dahin umgewühlter gelber feiner Sand.

„ 2·70 „ der Sand wird etwas gröber und bleibt so bis 3·25 m.

„ 3·25 „ der Sand wird wieder sehr fein und bleibt so bis 3·70 m.

„ 3·70 „ Korngrösse ungefähr wie bei 2·70 bis 3·25 m.

„ 3·90 „ der Sand wird wieder etwas feiner.

„ 4·20 „ desgl. und wenig feucht.

„ 4·30 „ desgl., aber sehr feucht.

„ 4·55 „ desgl., Grundwasser sichtbar.

„ 4·75 „ der Sand wird grobkörniger.

„ 5·50 „ einzelne Geschiebe im Sande.

Art der Bohrung: Bis 1·80 m eine Grube ausgeschaufelt, von 1·80 bis 4·55 m mit dem Trommelbohrer, von 4·55 bis 6·00 m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	1·0	0·0	2·1	0·4 Proc.
zwischen 3—1 „	0·5	0·0	0·0	1·0	0·0	0·4	0·4 „
„ 1—½ „	1·4	2·4	2·3	10·5	1·0	21·7	14·2 „
„ ½—¼ „	6·6	6·8	20·2	62·1	16·5	16·7	37·2 „
unter ¼ „	91·5	90·8	77·5	25·4	82·5	59·1	47·8 „

Bohrloch *D* IV (am 28./8., 29./8. und 1./9. 1890).

Bis 0·30 m	Humusdecke.	Humusdecke. 0·30 m
Bei 1·25 „	Knochen, Sargreste; ein zweites Grab wird sichtbar.	
Von 0·30 „	bis 1·50 m ist der Boden umgewühlt, Wurzeln etc.	Umgewühlter feiner Sand.
Bei 1·50 „	beginnt der natürl. Boden, ein gelber feiner Sand.	1·50 m
„ 2·40 „	der Sand ist sehr fein, aber einzelne grössere Geschiebe darin.	
„ 2·50 „	der Sand wird etwas schärfer u. bleibt so bis 3·50 m.	Feiner gelber Sand.
„ 3·50 „	der Sand wird wieder feiner.	2·50 m
„ 3·80 „	feiner Sand; er wird feucht.	
„ 3·95 „	der Sand wird gröber u. ist sehr feucht.	
„ 4·10 „	Grundwasser wird sichtbar; der Sand hat das Korn wie bei 3·95 m.	Mittlerer Sand.
„ 4·25 „	einzelne gröbere Geschiebe, der Sand ist grobkörnig.	3·50 m
„ 4·75 „	der Sand wird wieder feiner; das Korn ist so wie bei 2·50 bis 3·50 m.	Feinerer Sand als vorhin. 3·95 m
„ 4·95 „	der Sand wird dunkelbraun, das ablaufende Bohrwasser ist braun; Korngrösse des Sandes wie bei 4·75 m.	
„ 5·20 „	kohlige Theilchen im Sande, Korngrösse wie vorhin.	Mittlerer Sand.
„ 5·40 „	kohlige Bestandtheile nicht mehr vorhanden, Korngrösse unverändert.	
„ 5·50 „	der Sand scheint ein wenig schärfer zu werden.	
„ 5·75 „	der Sand wird heller und bleibt so bis 6·20 m.	6·20 m

Art der Bohrung: Bis 1·50 m eine Grube ausgeschaufelt, von 1·50 bis 4·10 m mit dem Trommelbohrer, von 4·10 bis 6·20 m nass gebohrt.

Korngrössen:

Korngrösse	Tiefe 0·5	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0 m
über 3 mm	0·0	0·0	0·0	1·4	0·0	1·0	1·0 Proc.
zwischen 3—1 „	0·0	0·3	0·3	7·0	2·1	0·9	2·2 „
„ 1—1/2 „	0·2	0·6	6·7	39·7	32·7	5·1	11·1 „
„ 1/2—1/4 „	4·1	4·3	22·0	40·2	46·0	59·2	43·0 „
unter 1/4 „	95·7	94·8	71·0	11·7	19·2	33·8	42·7 „

Grundwassermessungen.

Verzeichniss C.

Grundwasserstand über dem Nullpunkt des Berliner Dammmühlenpegels (Unterwasser-Spree).

Datum	Bohrloch						
1890	*A* I m	*A* IV m	*B* I m	*B* V m	*C* III m	*D* I m	*D* IV m
15. September	0·54	0·50	0·53	0·48	0·53	0·54	0·51
18. „	0·54	0·50	0·53	0·48	0·52	0·52	0·49
22. „	0·55	0·51	0·54	0·51	0·53	0·53	0·51
25. „	0·53	0·52	0·54	0·50	0·52	0·53	0·51
29. „	0·55	0·51	0·55	0·51	0·53	0·55	0·53
2. October	0·53	0·52	0·53	0·50	0·52	0·52	0·50
6. „	0·53	0·53	0·52	0·51	0·53	0·52	0·52
9. „	*	0·51	*	0·48	0·51	0·52	0·51
13. „	*	0·52	*	0·49	0·52	0·50	0·51
16. „	*	0·50	*	0·48	0·50	0·51	0·49
20. „	0·50	0·49	0·51	0·50	0·50	0·50	0·49
23. „	0·52	0·50	0·51	0·49	0·50	0·49	0·48
27. „	0·53	0·52	0·52	0·48	0·52	0·50	0·50
30. „	0·51	*	0·51	*	0·50	0·51	0·48
3. November	0·52	*	0·52	*	0·51	0·50	0·50
6. „	0·51	*	0·51	*	0·50	0·50	0·49
10. „	0·51	*	0·51	*	0·51	—	0·50
13. „	0·50	0·48	0·49	0·47	0·49	0·49	0·48
17. „	0·50	0·49	0·49	0·47	0·49	0·49	0·48
20. „	0·51	0·49	0·50	0·46	*	0·49	*
24. „	0·55	0·52	0·52	0·50	*	0·49	*
27. „	0·55	0·53	0·52	0·51	*	0·52	*
1. December	0·55	0·54	0·53	0·52	0·54	0·53	0·52
4. „	0·55	0·54	0·53	0·50	0·53	0·54	0·51
8. „	0·54	0·52	0·53	0·49	0·53	0·52	0·51
11. „	0·54	0·52	0·53	0·49	0·53	0·52	0·51
15. „	0·55	0·53	0·53	0·49	0·53	0·52	0·51
18. „	0·55	0·53	0·54	0·49	0·54	0·52	0·51
22. „	0·52	0·51	0·52	0·48	0·51	0·51	0·49
29. „	0·52	0·50	0·52	0·47	0·50	0·50	0·49
1891							
5. Januar	0·53	0·52	0·53	0·48	0·51	0·51	0·50
7. „	0·54	0·53	0·54	0·49	0·52	0·53	0·51
12. „	0·54	0·54	0·54	0·50	0·54	0·53	0·52

(Fortsetzung.)

Datum 1891	Bohrloch						
	A I m	*A* IV m	*B* I m	*B* V m	*C* III m	*D* I m	*D* IV m
15. Januar	0·55	0·54	0·55	0·50	0·54	0·52	0·52
19. „	0·54	0·53	0·54	0·49	0·53	0·51	0·51
22. „	0·53	0·52	0·53	0·48	0·53	0·51	0·51
26. „	0·52	0·52	0·52	0·48	0·52	0·50	0·50
29. „	0·53	0·51	0·51	0·47	0·52	0·50	0·49
2. Februar	0·55	0·53	0·53	0·50	0·54	0·53	0·53
5. „	0·55	0·53	0·53	0·50	0·53	0·53	0·53
9. „	0·54	0·54	0·53	0·50	0·53	0·53	0·53
12. „	0·55	0·53	0·54	0·50	0·53	0·52	0·51
16. „	0·54	0·53	0·53	0·49	0·53	0·52	0·51
19. „	0·53	0·52	0·52	0·48	0·52	0·51	0·50
23. „	0·55	0·53	0·53	0·50	0·54	0·52	0·51
26. „	0·58	0·55	0·56	0·52	0·56	0·55	0·53
2. März	0·59	0·57	0·58	0·53	0·58	0·57	0·54
5. „	0·61	0·59	0·60	0·54	0·60	0·59	0·56
9. „	0·64	0·62	0·63	0·57	0·63	0·62	0·59
12. „	0·66	0·63	0·65	0·59	0·64	0·63	0·60
16. „	0·67	0·65	0·66	0·61	0·66	0·64	0·62
19. „	0·71	0·68	0·69	0·64	0·69	0·68	0·65
23. „	0·75	0·71	0·73	0·66	0·73	0·71	0·67
26. „	0·81	0·76	0·79	0·71	0·79	0·77	0·72
31. „	0·88	0·83	0·86	0·78	0·86	0·84	0·78
2. April	0·92	0·87	0·90	0·82	0·90	0·89	0·84
6. „	0·93	0·89	0·92	0·84	0·91	0·91	0·85
9. „	0·94	0·90	0·93	0·85	0·92	0·92	0·87
13. „	0·94	0·90	0·93	0·86	0·92	0·92	0·88
16. „	0·93	0·90	0·92	0·86	0·91	0·91	0·88
20. „	0·93	0·89	0·90	0·86	0·90	0·89	0·88
23. „	0·90	0·88	0·89	0·84	0·89	0·88	0·87
27. „	0·86	0·84	0·85	0·81	0·86	0·84	0·83
30. „	0·83	0·82	0·82	0·78	0·83	0·81	0·81
4. Mai	0·80	0·79	0·79	0·76	0·79	0·78	0·78
8. „	0·79	0·77	0·78	0·75	0·78	0·77	0·77
11. „	0·75	0·74	0·74	0·71	0·75	0·73	0·73
14. „	0·75	0·73	0·74	0·70	0·74	0·72	0·72

Anmerkung: An den mit * bezeichneten Tagen waren die Standröhren behufs bacteriologischer Untersuchung des Grundwassers desinficirt.

Verzeichniss D.

Grundwasserstand von der Bodenoberfläche an gemessen.

Datum	Bohrloch						
	A I	*A* IV	*B* I	*B* V	*C* III	*D* I	*D* IV
1890	m	m	m	m	m	m	m
15. September	3·30	4·16	3·33	4·14	4·21	3·61	3·94
18. „	3·30	4·16	3·33	4·14	4·22	3·63	3·96
22. „	3·29	4·15	3·32	4·11	4·21	3·62	3·94
25. „	3·31	4·14	3·32	4·12	4·22	3·62	3·94
29. „	3·29	4·15	3·31	4·11	4·21	3·60	3·92
2. October	3·31	4·14	3·33	4·12	4·22	3·63	3·95
6. „	3·31	4·13	3·34	4·11	4·21	3·63	3·93
9. „	*	4·15	*	4·14	4·23	3·65	3·94
13. „	*	4·14	*	4·13	4·22	3·64	3·94
16. „	*	4·16	*	4·14	4·24	3·65	3·96
20. „	3·34	4·17	3·35	4·12	4·24	3·66	3·96
23. „	3·32	4·16	3·35	4·13	4·24	3·65	3·97
27. „	3·31	4·14	3·34	4·14	4·22	3·64	3·95
30. „	3·33	*	3·35	*	4·24	3·65	3·97
3. November	3·32	*	3·34	*	4·23	3·65	3·95
6. „	3·33	*	3·35	*	4·24	—	3·96
10. „	3·33	*	3·35	*	4·23	3·66	3·95
13. „	3·34	4·18	3·37	4·15	4·25	3·66	3·97
17. „	3·34	4·17	3·37	4·15	4·25	3·66	3·97
20. „	3·33	4·17	3·36	4·16	*	3·66	*
24 „	3·29	4·14	3·34	4·12	*	3·63	*
27. „	3·29	4·13	3·34	4·11	*	3·62	*
1. December	3·29	4·12	3·33	4·10	4·20	3·61	3·93
4. „	3·29	4·13	3·33	4·12	4·21	3·63	3·94
8. „	3·30	4·14	3·33	4·13	4·21	3·63	3·94
11. „	3·30	4·14	3·33	4·13	4·21	3·63	3·94
15. „	3·29	4·13	3·33	4·13	4·21	3·63	3·94
18. „	3·29	4·13	3·32	4·13	4·20	3·62	3·94
22. „	3·32	4·15	3·34	4·14	4·23	3·64	3·96
29. „	3·32	4·16	3·34	4·15	4·24	3·65	3·96
1891							
5. Januar	3·30	4·14	3·33	4·14	4·23	3·64	3·95
7. „	3·30	4·13	3·32	4·13	4·22	3·62	3·94
12. „	3·30	4·12	3·32	4·12	4·20	3·62	3·93
15. „	3·29	4·12	3·31	4·12	4·20	3·63	3·93

(Fortsetzung.)

Datum 1891	Bohrloch						
	A I m	*A* IV m	*B* I m	*B* V m	*C* III m	*D* I m	*D* IV m
19. Januar	3·30	4·13	3·32	4·13	4·21	3·64	3·94
22. „	3·31	4·14	3·33	4·14	4·21	3·64	3·94
26. „	3·32	4·14	3·34	4·14	4·22	3·65	3·95
29. „	3·31	4·15	3·35	4·15	4·22	3·65	3·96
2. Februar	3·29	4·13	3·33	4·12	4·20	3·62	3·92
5. „	3·29	4·13	3·33	4·12	4·21	3·62	3·92
9. „	3·30	4·12	3·33	4·12	4·21	3·62	3·92
12. „	3·29	4·13	3·32	4·12	4·21	3·63	3·94
16. „	3·30	4·13	3·33	4·13	4·21	3·63	3·94
19. „	3·31	4·14	3·34	4·14	4·22	3·64	3·95
23. „	3·29	4·13	3·33	4·12	4·20	3·63	3·94
26. „	3·26	4·11	3·30	4·10	4·18	3·60	3·92
2. März	3·25	4·09	3·28	4·09	4·16	3·58	3·91
5. „	3·23	4·07	3·26	4·08	4·14	3·56	3·89
9. „	3·20	4·04	3·23	4·05	4·11	3·53	3·86
12. „	3·18	4·03	3·21	4·03	4·10	3·52	3·85
16. „	3·17	4·01	3·20	4·01	4·08	3·51	3·83
19. „	3·13	3·98	3·17	3·98	4·05	3·47	3·80
23. „	3·09	3·95	3·13	3·96	4·01	3·44	3·78
26. „	3·03	3·90	3·07	3·91	3·95	3·38	3·73
31. „	2·96	3·83	3·00	3·84	3·88	3·31	3·67
2. April	2·92	3·79	2·96	3·80	3·84	3·26	3·61
6. „	2·91	3·77	2·94	3·78	3·83	3·24	3·60
9. „	2·90	3·76	2·93	3·77	3·82	3·23	3·58
13. „	2·90	3·76	2·93	3·76	3·82	3·23	3·57
16. „	2·91	3·76	2·94	3·76	3·83	3·24	3·57
20. „	2·91	3·77	2·96	3·76	3·84	3·26	3·57
23. „	2·94	3·78	2·97	3·78	3·85	3·27	3·58
27. „	2·98	3·82	3·01	3·81	3·88	3·31	3·62
30. „	3·01	3·84	3·04	3·84	3·91	3·34	3·64
4. Mai	3·04	3·87	3·07	3·86	3·95	3·37	3·67
8. „	3·05	3·89	3·08	3·87	3·96	3·38	3·68
11. „	3·09	3·92	3·12	3·91	3·99	3·42	3·72
14. „	3·09	3·93	3·12	3·92	4·00	3·43	3·73

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Freiburg i./B.]

Bacteriologische Untersuchung der Luft in Freiburg i./B. und Umgebung.

Von

Dr. **F. Welz.**

Durch seine epochemachenden Untersuchungen des Luftstaubes widerlegte Spalanzini[1] die Theorie Needham's und Buffon's, welche eine Zersetzung organischer Substanzen auf rein chemischem Wege zu erklären versuchten. Er wies nach, dass ohne Zutritt von Luftstaub oder anderer Producte atmosphärischer Niederschläge eine Zersetzung gewisser Flüssigkeiten nicht stattfinde.

Diese Versuche konnten aber, weil es mit den damaligen wissenschaftlichen Hülfsmitteln noch nicht möglich war, in die specielle Zusammensetzung des Luftstaubes einzudringen, für eine unmittelbare Erklärung der Gährungsvorgänge nicht verwendet werden.

Vergeblich hatten sich schon Rigaud und de l'Isle[2] mittels Thaubildung auf schräg gestellten Glasplatten bemüht etwas Lebendiges — nämlich die Malariakeime der pontinischen Sümpfe in der Luft nachzuweisen.

Auch Moscati, Brochi und Julia,[2] welche nach ähnlicher Methode arbeiteten, waren in ihren Resultaten nicht glücklicher.

Das Verdienst, lebendige Keime — nämlich Pilzsporen und Infusorien — direct (auf mikroskopischem Wege) in der Luft nachgewiesen zu haben, war Ehrenberg[3] vorbehalten. Derselbe erklärt in seinem Vortrage am 23. Mai 1847 in der Sitzung der Königl. preussischen Akademie der Wissenschaften:[4]

---

[1] Montfalcon, *Histoire médicale des marais.* Paris 1826.

[2] G. Brochi, *Dello stato finio del sicolo di Roma.* 1820. p. 251.

[3] Ehrenberg, *Monatsbericht der königl. preuss. Akademie d. Wissensch.* 1847.

[4] Derselbe, Passatstaub und Blutregen. *Abhandlungen der königl. preuss. Akademie der Wissenschaften.* Berlin 1847. S. 281.

„Beim Meteorstaub von Genua verdient auch nicht unbemerkt zu bleiben, dass demselben Samen von Brandpilzen (Phragmidium?) beigemischt sind."

Ebenso wies Ehrenberg in Staubarten, welche er durch Darwin's, Humboldt's und Anderer Vermittelung aus den verschiedensten Ländern erhielt, zahlreiche Arten von Infusorien nach, welche sich theils abgestorben, theils lebensfähig erwiesen. Er beschreibt die Entdeckung der lebensfähigen, kleinen Lebewesen im Luftstaube folgendermassen:[1]

„Beachtenswerth ist, dass in dem Meteorstaub aus Chlodni's Sammlung sehr viele lebend getrocknete Exemplare der Eunotia amphioxys und Synedra Eutomon (letztere ist amerikanisch) sehr oft in Selbsttheilung begriffen vorkommen und ebenso auch einige, aber wenige, im Staube von 1803." Weitere Beobachtungen in der gleichen Richtung wurden von ihm durch die Untersuchungen des Meteorstaubes erhoben, welcher bei Liegnitz (1847) fiel:

„Sehr auffallend ist, dass der Meteorstaub vom 31. Januar d. J. (1847) keine anderen Polygastern enthielt als solche, welche vorherrschend im Passatstaube des atlantischen Meeres sind, und dass diese so gleichartig vertheilten Formen, auch allein nur mit Ovarien versehen, — also lebensfähig und in Selbsttheilung erkannt wurden: „Synedra Eutomon, Eunotia amphioxys etc."[1]

Aehnliche Befunde erhielten Gaultier und Glaubry,[2] welche ihre Untersuchungen nach einer anderen Methode ausführten. Sie vermengten mittels Schütteln oder Durchleiten die zu untersuchende Luft mit Wasser. Diese Flüssigkeit unterwarfen sie alsdann einer mikroskopischen Untersuchung auf Luftkeime.

Demnächst war für die methodische Untersuchung der Luft auf Organismen von Bedeutung, die Einführung der Baumwolle als Filter (v. Dusch und Schröter).[3] Mit einem Saugapparate, welcher Pfröpfe aus Schiessbaumwolle oder Asbest enthielt, wurden darauf von Pasteur[4] eine grosse Menge der verschiedensten Schimmel- und Spaltpilzarten in der Luft nachgewiesen. Die Schiessbaumwolle löste Pasteur entweder nachträglich in Aether auf und der zurückbleibende Rest, welcher alle in der Luft suspendirten Verunreinigungen enthielt, wurde mikroskopisch untersucht, oder er brachte die Pfröpfe in keimfreie Nährlösung (Hefe-

---

[1] Ehrenberg, *Monatsbericht der königl. preuss. Akademie der Wissenschaften.* 1847. S. 328.

[2] Mittheilung der *Société philomg.* Paris 1832.

[3] v. Dusch und Schröter, *Fäulnissprocesse.*

[4] Pasteur, *Comptes rendus.* 1859. Tome L. p. 303—307.

abkochung mit 10 Procent Zucker) und stellte in dieser ebenfalls das Vorhandensein von Mikroorganismen fest.

Gewisse Einwendungen Pouchet's[1] und dessen Anhänger (welche die Keimarmuth der Luft mittels eines Aëroskopes zu beweisen suchten) widerlegte Pasteur[2] an der Hand zahlreicher Gegenversuche, welche ihn nunmehr zu dem Schlusse gelangen liessen, dass der Keimgehalt der Luft je nach Ort, Witterung und Jahreszeit verschieden sei.

Somit war von den verschiedensten Seiten und durch die mannigfachsten Methoden die Thatsache, dass die Luft niedere Organismen enthalte, unumstösslich bewiesen, dagegen blieb noch manche Frage zu beantworten übrig, welche sich namentlich auf die Qualität der Luftkeime bezog.

Nach dieser Richtung hin wurde durch die Arbeiten von Cohn (1874)[3] manches bis dahin unbekannte Problem gelöst. Je nach Art der Nährlösung und je nach dem Orte, an welchem die Luftproben von ihm entnommen wurden, ergaben sich nämlich grosse Verschiedenheiten in Bezug auf Menge und Form nicht nur der höher organisirten Lebewesen, sondern speciell der in der Luft enthaltenen Spaltpilze. Es kamen nämlich in den Nährlösungen bald kurze, bald lange Stäbchen, bald vorwiegend Mikrokokken zur Entwickelung.

Auch in Frankreich wurde den Untersuchungen der Luft auf niedere Organismen fortdauernd grosse Aufmerksamkeit geschenkt, besonders Miquel[4] beschäftigte sich eingehend mit denselben und brachte verschiedene Methoden in Anwendung. Zuerst benutzte er eine Mischung von Glycerin und Zucker zum Auswaschen der Luft und zur Abfiltrirung der Keime. Nach einer späteren Veröffentlichung, worin die Resultate einer zweijährigen Untersuchungsreihe mitgetheilt werden, hatte Miquel[5] sein Verfahren dahin abgeändert, dass er während 48 Stunden ca. 1000 Liter Luft (20 Liter pro Stunde) über mit Glycerin beschickte Platten leitete. Die in solcher Weise aus der Luft erhaltenen Spaltpilzkeime wurden zur Aussaat in sterile Bouillon gebracht. — Als Resultat seiner Untersuchungen giebt Miquel an: dass die Bacterien im Sommer und Herbst zunehmen, im Winter dagegen an Menge abnehmen, nach einer Veröffentlichung Miquel's[6] (1880) blieben an einzelnen Tagen (im Winter

---

[1] Pouchet, *Comptes rendus.* 1859. T. XLVIII.

[2] Pasteur, *Ebenda.* 1860. T. LI.

[3] Cohn, *Beiträge zur Biologie der Pflanzen.* 1874. Bd. I. Hft. 3. S. 147.

[4] Pasteur, Des poussières organisées dans l'atmosphère. *Comptes rendus.* T. LXXXVI. Nr. 25.

[5] Miquel, *Annuaire de Montsouris.* 1879. p. 43.

[6] Derselbe, Des bactéries atmosphériques. *Comptes rendus.* T. XCI. Nr. 1.

und bei Regen) die Nährlösungen keimfrei, oder es entwickelten sich bloss 4 bis 5 Colonieen, selbst beim Durchleiten von 200 Liter Luft; ausserdem kam er zu dem Schlusse, dass sich bei Regen die Spaltpilze umgekehrt wie die Schimmelpilze verhalten — erstere nehmen ab. Endlich beobachtete Miquel eine Zunahme der Mikroorganismen in Wohnräumen und besonders in Krankensälen gegenüber im Freien.

Zu einem ähnlichen Ergebnisse, bezüglich der Abnahme der Bacterien im Winter und bei Regen etc., führten die Untersuchungen von Fodor,[1] welcher sich einer Fischleimlösung bediente, die er in sterilen Gläsern der Luft aussetzte.

Von weittragender Bedeutung auch für die Luftuntersuchungen war die Einführung der festen, durchsichtigen Nährböden durch R. Koch.[2] Nach seiner Angabe wurden Schälchen mit Gelatine der Luft ausgesetzt. Die abgesetzten Keime wachsen an Ort und Stelle zu einzelnen Colonieen und können nach einigen Tagen gezählt und bestimmt werden.

Die Koch'sche Entdeckung (Benützung fester Nährboden) wurde demnächst von Emmerich[3] in seinem Spiralapparate praktisch verwerthet; jedoch veröffentlichte derselbe keine quantitativen und qualitativen Resultate dieser Methode.

Auch Miquel[4] ging nun bei seinem sogenannten appareil enrégistreur des bactéries atmosphériques zum festen Nährboden über.

Den angeführten Untersuchungsmethoden schliesst sich das Verfahren von Hesse[5] an, welches bis zu einem gewissen Grade gute und brauchbare Resultate liefert. Unter Anderem ergaben Hesse's Versuche im Freien für Berlin:

176 Spaltpilze und 272 Schimmelpilze,
9000 „ „ 500 „ in einem Schulzimmer,
4000 „ „ 7000 „ in einem Krankenzimmer
pro Cubikmeter Luft.

Durch alle diese Untersuchungen wurden im Wesentlichen die bereits früher bekannten Beobachtungen bestätigt, nämlich das Ueberwiegen der Bacterien in Zimmerräumen gegenüber den Schimmelpilzen und ein um-

[1] D. Fodor, *Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser.* 1881.
[2] R. Koch, *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* 1881. Bd. I.
[3] Emmerich, Ueber die Bestimmung der entwicklungsfähigen Luftpilze. *Archiv für Hygiene.* 1883. S. 69.
[4] Miquel, *Annuaire de Montsouris.* 1884.
[5] Hesse, Ueber quantitative Bestimmung der in Luft enthaltenen Mikroorganismen. *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* 1884. Bd. II.

gekehrtes Verhalten dieser niederen Organismen im Freien. Ferner eine Abnahme der Spaltpilze im Spätjahre und eine Zunahme der Schimmelpilze bei Regen.

Unter Anwendung des Apparates von Hesse erhielt Neumann[1] bei seinen Luftuntersuchungen im Moabiter Krankenhause zu Berlin folgende Resultate:

Es enthielten 10 Liter Luft (je nach der Tageszeit und Wahl der Zimmer) verschieden grosse Spaltpilzmengen, z. B.:

Morgens 80 bis 140 Colonieen,
Abends bloss 4 „ 5 „

Mit R. Koch's durchsichtigem, festen Nährboden arbeiteten auch v. Sehlen[2] und Hüppe.[3] Diese leiteten jedoch die zu untersuchende Luft direct durch warm gehaltene Gelatine, dann wurden entweder Platten gegossen, oder man liess die Keime in der nicht ausgegossenen, erstarrten Gelatine zur Entwickelung kommen.

Aehnlich verfuhren Strauss und Würtz.[4] Beide fügten, um das Schäumen der Gelatine zu verhindern, letzterer etwas Oel zu. In die Abgangsröhre wurde von ihnen ein Wattepfropfen zur Controle angebracht, um etwaige durch die Gelatine gegangene Luftkeime noch abzufangen.

Diesen Methoden schloss sich mit geringer Abänderung Héricourt[5] an. Die von ihm sterilisirten und mit Wasser oder Gelatine beschickten Gläser setzte man der Luft aus. Zur weiteren Untersuchung der erhaltenen Keime bediente sich Héricourt des Plattenverfahrens.

Freudenreich,[6] Uffelmann[7] und Frankland[8] verbesserten das alte Pasteur'sche Verfahren durch Ersatz der Pfröpfe aus Schiessbaumwolle oder Asbest durch solche aus Glaswolle. Die mit Keimen beladenen Pfröpfe wusch Freudenreich zuerst mit Wasser aus und vermischte

---

[1] Neumann, Ueber den Keimgehalt der Luft im Krankenhause zu Moabit (Berlin). *Vierteljahresschrift für Medicin.* 1886.

[2] v. Sehlen, *Fortschritte der Medicin.* 1884.

[3] Hüppe, *Bacterienforschung.* 1886.

[4] Strauss und Würtz, Sur un procédé perfectionné d'analyse bactériolog. de l'air. *Annalen de l'institut Pasteur.* 1888.

[5] Héricourt, Les germes atmosphériques des bacilles courbes. *Révue d'hygiène.* T. VII. p. 20.

[6] Freudenreich, *De l'emploi des milieux nutritifs solids pour le dosage des bactéries de l'aire.* 1888.

[7] Uffelmann, *Berliner klinische Wochenschrift.* 1887. Nr. 39.

[8] Frankland, Methode der bacteriologischen Untersuchung. *Diese Zeitschrift.* 1887. Bd. III.

dieses mit Bouillon. Auch Uffelmann und Frankland stellten die Luftuntersuchungen an, indem sie die Glaswollpfröpfe nicht, wie Freudenreich, in H_2O und Bouillon, sondern in Gelatine auswuschen.

Die geringe Menge an Mikroorganismen, welche Freudenreich bei seinen Untersuchungen im Gebirge erhielt, erklärt sich aus der Keimarmuth höherer Luftschichten.

Robertson[1] suchte die bisherigen Methoden noch dadurch zu vervollkommnen, dass er zwischen zwei Glaswollpfropfen eine Lage Glaspulver brachte.

Zum Nachweis von Erysipelkokken goss Eiselsberg[2] keimfreie Nährmedien auf ebensolche Platten und setzte diese der Luft aus. Die erzielten (wohl negative) Resultate wurden von demselben nicht veröffentlicht.

Dagegen beschrieben G. und Pf. Frankland,[3] ohne die benutzte Methode anzugeben, die von ihnen aufgefundenen Luftbacterien, darunter 10 Kokken-, 12 Bacillen- und 2 Hefearten.

Ein neues Verfahren zum Nachweise niederer Organismen in der Luft rührt von Petri[4] her, welcher gut ausgeglühten Sand als Filter benutzt. Von diesem enthält eine Glasröhre zwei, mittels Drahtnetze getrennte Schichten. Sandfilter 2 dient als Controle. Nachdem mittels einer starken Saugvorrichtung Luft durch den Apparat getrieben worden ist, wird Sandfilter 1 in eine Anzahl Schälchen vertheilt, mit Gelatine übergossen und das Ganze gründlich gemischt. Die isolirt auswachsenden Keime können alsdann näher untersucht werden. Petri[4] giebt als Resultat im Durchschnitt und auf 1 Cubikmeter Luft:

60 bis 150 Spaltpilz- und 300 bis 400 Schimmelpilz-Colonieen an.

Interessante Ergebnisse hat Fischer[5] veröffentlicht, welche ihm die mittels des Saugapparates von Hesse, oder aufgestellter Gelatineplatten ausgeführten Luftuntersuchungen lieferten, auf seiner Reise nach Westindien. In toto untersuchte Fischer 2973 Liter Luft, wobei sich die Seeluft ziemlich keimfrei erwies (auf 44 Liter 1 Keim), in 16 Fällen mit 1830 Liter Luft war letztere gänzlich bacterienfrei. In einer Entfernung von

---

[1] Robertson, Esperialty these in suwer air and a new methode of demonstraty. *Brit. Ut. Journ.* 1888.

[2] Eiselsberg, Nachweis von Erysipel-Kokken in der Luft chirurg. Krankenzimmer. *Wiener Archiv für klinische Chirurgie.* 1887. Bd. XXXV.

[3] Frankland, G. C. u. Pf., Studies on some new Microorgan. obtaines from air. *Philos. Transact. of the Royal Society of London.* 1887.

[4] Petri, Neue Methode zum Nachweis von Bacterien und Pilzsporen in Luft. *Diese Zeitschrift.* 1887.

[5] Fischer, Bacteriologische Untersuchungen auf einer Reise nach Westindien. *Ebenda.* 1887.

120 Seemeilen ab Land konnten keine Mikroorganismen mehr nachgewiesen werden. Hefe- und Schimmelpilze waren bei diesen Untersuchungen überwiegend.

Miquel,[1] welcher im Allgemeinen das Koch'sche Gelatineverfahren für ungeeignet hält zur Bestimmung von Luftorganismen, leitete nach seiner Veröffentlichung (1888) die zu untersuchende Luft durch einen ziemlich complicirten Apparat, der 30 bis 35 ccm Wasser enthielt. Das mit Keimen beladene Wasser wurde nun in viele Bouillonflaschen vertheilt und in den Brutofen gestellt. Je nach der Anzahl der getrübten Bouillonflaschen schliesst Miquel auf den Spaltpilzgehalt der Luft. Eine Trübung von höchstens 25 Procent ist jedoch als äusserste Grenze gesetzt, um die Annahme (!), dass in jeder Bouillonprobe bloss 1 Keim eingesät und entwickelt wurde, nicht illusorisch zu machen. Wurden z. B. von 40 Proben 10 getrübt und man hatte 10 Liter Luft in Untersuchung genommen, so enthält (nach Miquel) 1 Liter Luft = 1 Keim. Zur Bestätigung[2] seiner Behauptung, dass die Nährgelatine das Aufleben vieler Luftkeime verhindere, unternahm Miquel Controlversuche und stellte auf Grund dieser eine Tabelle auf, welche den Beweis erbringt, dass auf Gelatine bloss die Hälfte an Colonieen gewachsen ist, als in Bouillon:

Denn bei 18° C. und 30tägiger Beobachtung entwickelten sich in

Bouillon 100 Spaltzilze und 100 Schimmelpilze,
Gelatine 57 „ „ 69 „

Miquel[3] ist 1889, nachdem er all' seine Methoden verlassen hatte, wieder zu den löslichen Pfröpfen (Methode Pasteur) zurückgekehrt. Er wendet nun wieder in Wasser lösliche Pfröpfe an (ohne deren Zusammensetzung näher anzugeben — Zucker?) und vertheilt die inficirte Flüssigkeit nach seiner fractionirten Methode in eine Anzahl Bouillonkolben. Miquel fand in 1 Cubikmeter Luft 4900 Bacterien.

Untersuchungen der Luft auf Staphylokokken wurden von Ullmann[4] mit Hülfe von Gelatineplatten ausgeführt. Dieselben stellten eine Abnahme dieser Spaltpilze im Winter und in höheren Luftschichten fest, dagegen eine Zunahme im Sommer und in Krankenhäusern. In wie weit hier die zahlreichen Luftkokken mit Staphylokokken identificirt sind, lässt sich schwer ermitteln.

---

[1] Miquel, Des procédés usités pour le dosage des bactéries atmosphériques. *Annales de l'institut Pasteur.* 1888. p. 364.

[2] Miquel, Dixième mémoire sur les poussières de l'air. *Ann. de Montsouris.*

[3] Miquel, De l'analyse microscopique de l'air au moyen de filtres solubles. *Ann. de micogr.* 1889.

[4] Ullmann, Die Fundorte der Staphylokokken. *Diese Zeitschrift.* 1888. Bd. IV.

Ueber die Schwankungen der Luftbacterien berichtet Condorelli Mangerí.[1] Derselbe benutzte bei seinen Versuchen zu Catania das Verfahren von R. Koch und ermittelte, dass das Maximum der Spaltpilzentwickelung bei hoher Temperatur und feuchter Luft (ohne Regen) erfolge, das Minimum bei trockener Luft (hoher Temperatur) oder Regen (11 400 Colonieen und 500 bis 700 Colonieen pro Cubikmeter Luft). Ferner ergab sich eine beständige Abnahme bei niederer Temperatur. Was den Einfluss der Winde betrifft, so beobachtete Mangeri eine Zunahme der Schimmelpilze bei Wind vom Festlande, dagegen bei Seewinden eine solche der Spaltpilze, besonders der verflüssigenden Colonieen.

Roster Giorgio[2] bediente sich bei seinen Luftuntersuchungen auf Elba theils der Sandfilter von Petri, theils der Methode von Freudenreich. Jeden der betreffenden Filter brachte er in beiderseits zu Spitzen ausgezogene Glasröhren und saugte mittels einer Roster'schen Saugpumpe innerhalb 3 bis 24 Stunden 500 bis 2000 Liter Luft durch den Apparat. Bei den von ihm angestellten Untersuchungen — 42 an der Zahl — ergab sich ein Keimgehalt der Luft von:

130	Colonieen	im Mittel	von August bis October per Cubikmeter Luft.
290	„	im Maximum	
60	„	im Minimum	

Den Gehalt der Luft an Mikroorganismen fand Roster Giorgio[2] bei Nacht geringer als bei Tag (127 bis 160). Nord- und Nordwest-Seewinde sowie auch Regen hatten in Catania eine Abnahme der Spaltpilzmenge zur Folge.

Alle bisher genannten Untersuchungen lassen sich in Rücksicht auf die angewandten Methoden in zwei Gruppen theilen:

1) In solche, welche der von Miquel eingeführten und vertretenen Methode, mittelst der toubes à bourre oder der toubes à boule und der damit verbundenen fractionirten Aussaat den Vorzug geben.

2) In solche, welche sich der Koch'schen Nährgelatine direct oder indirect bedienen.

Die erste und jedenfalls weniger empfehlenswerthe Methode hat sich besonders in Frankreich eingebürgert. Hierbei wird die Luft entweder durch Glaswolle (Freudenreich) oder durch lösliche Stopfen geleitet

[1] Condorelli Mangeri, Variazioni memeriche dei microorganismi nell' aria di Catania. *Atti del academ. Giornia di scienze naturalia in Catania.* 1888. Ser. III. p. 111.

[2] Roster Giorgio, Bacteri nell aria dell isola d'Elba. *La sperimentale.* 1889. F. XII. p. 609.

(Pasteur-Miquel) und die keimbeladenen Pfröpfe alsdann zur Entwickelung in Bouillon vertheilt.

Das zweite Verfahren wird hauptsächlich in Deutschland und England in Anwendung gebracht, in Verbindung mit der Hesse'schen oder der Stopfenmethode; wie Hesse, Neumann, Fischer, Hüppe, Frankland. Bei allen Vortheilen, welche in Bezug auf Handhabung, Beobachtung und Zählung der entwickelten Luftkeime der feste, durchsichtige Nährboden bietet, haften demselben doch manche Mängel an.

Als ein Hauptnachtheil ist das erschwerte resp. verlangsamte Wachsthum der Spaltpilze zu bezeichnen, welches durch den festen Aggregatzustand der Gelatine bedingt wird. Wie Miquel an der Hand von Versuchen nachwies, keimt auf Gelatine nur die Hälfte der Luftkeime, welche in Bouillon zur Entwicklung gelangt. Dieser Nachtheil der festen Gelatine wurde auch durch Buchner bestätigt und kann thatsächlich nicht ganz vermieden werden. Aber trotz dieses Mangels ist die Methode der Cultivirung auf festen, durchsichtigen Nährböden, mag sie nun in Verbindung mit dem Verfahren von Hesse oder dem der Stopfen erfolgen, entschieden der fractionirten Miquel'schen Methode vorzuziehen. Letztere kann auch kaum Anspruch auf Genauigkeit machen, indem es bei der Aussaat lediglich dem Zufall überlassen bleibt, ob ein oder mehrere Keime in die Bouillonconserven kommen und daselbst auskeimen. Ausserdem ist eine genaue mikroskopische Untersuchung der entwickelten Colonieen selbstverständlich ausgeschlossen. Was die Benutzung löslicher oder unlöslicher Pfröpfe anlangt, so ist deren Benutzung wohl schon aus dem Grunde nicht empfehlenswerth, weil eine Luftinfection beim Herausnehmen der mit Keimen beladenen Stopfen aus den betreffenden Glasröhren und Einbringen in Nährlösungen kaum vermieden werden kann.

Die Methode von Hesse gestattet das Wachsthum von Anaëroben nicht, indem die Ablagerung der Luftkeime nur an der Gelatineoberfläche erfolgt. Ausserdem ist die ziemlich complicirte Einrichtung des umfangreichen Apparates der praktischen Anwendung etwas hinderlich. Auch wird die directe mikroskopische Untersuchung, wenn nicht ganz und gar unmöglich, so doch jedenfalls ziemlich erschwert. Ob die von Miquel und anderen Forschern gemachten Einwendungen bezüglich der in Rechnung zu bringenden Luftmenge gegen das Hesse'sche Verfahren Grund haben, ist schwer zu entscheiden.

Der von Emmerich empfohlene Apparat, über dessen praktische Brauchbarkeit bei quantitativen Luftuntersuchungen noch keine Ergebnisse vorliegen, leidet an dem Uebelstande, dass die Prüfung grösserer Luftmengen auf Schwierigkeiten stösst und jedenfalls unverhältnissmässig viel Zeit erfordert.

Das Durchleiten von Luft durch Gelatine, wie es von v. Sehlen und Hüppe empfohlen, hat den Uebelstand, dass die Gelatine stark schäumt und überdies immer warm gehalten werden muss, was nicht immer leicht zu bewerkstelligen ist.

Eine der besten bis jetzt veröffentlichten Methoden ist die von Petri angegebene, welcher ausgeglühten Sand als Auffangsmaterial für die Luftkeime benutzt. Zum Durchsaugen der Luft bei diesem Verfahren ist jedoch eine starke Saugpumpe erforderlich, welche sich nur an Orten mit Wasserleitung durch letztere ersetzen lässt. Nicht belanglos ist aber dabei der Umstand, dass die Sandkörnchen das Zählen und Beobachten der wachsenden Colonieen in der Gelatine einigermassen erschweren.

Wenn nun oben gewisse Mängel, welche dem Culturverfahren auf Gelatine anhaften, hervorgehoben wurden, so ist andererseits zu berücksichtigen, dass dieselben mit Hülfe von Cautelen, die weiter unten näher besprochen werden, zum grösseren Theile wenigstens überwunden werden können.

Bei den nachfolgenden von mir angestellten Untersuchungen, welche den Zweck hatten, die hier in Freiburg unter verschiedenen Verhältnissen in der Luft vorkommenden Spaltpilze systematisch zu untersuchen, wurde nach Durchprüfung der bisher angewandten Methoden zwar kein von Grund aus neues Verfahren in Anwendung gebracht, im Bestreben jedoch, die bei den verschiedenen früher benutzten Methoden vorhandenen Schwierigkeiten und Mängel möglichst zu vermeiden, bildete sich nach und nach eine Untersuchungsmethode aus, welche in Kürze darzulegen mir gestattet sei.

Im Princip besteht mein Verfahren im Durchsaugen von Luft durch Glaskölbchen, welche eine sterile Waschflüssigkeit enthalten. Der zu diesem Zwecke zusammengestellte Apparat, wie er bereits von Cohn eingeführt wurde und in Flügge's *Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden* erwähnt ist, setzt sich aus zwei Fläschchen von 10 cm Höhe zusammen, deren Oeffnung 2 cm Durchmesser hat. Die Halslänge beträgt (bei 2 cm Durchmesser) 5 cm und verbreitert sich nach unten kolbenartig, Durchmesser hier alsdann $3^1/_2$ bis 4 cm. Es wurde gerade diese Form der Gläser gewählt, weil die zuerst verwendeten Opodeldoc-Gläser sich ungeeignet erwiesen hatten. Die Waschflüssigkeit stieg nämlich regelmässig durch das starke Brodeln bei der Sterilisation über.

Das eine der beiden Fläschchen dient zur Absorption der Luftkeime, das zweite zur Controle. Beide sind mit doppelt durchbohrtem Gummikorke versehen und werden durch eine zweimal rechtwinkelig gebogene Glasröhre verbunden, deren Schenkel ungleich lang sind. Der längere

Schenkel (dieser Verbindungsröhre) reicht in die Controlflasche nahezu bis auf den Boden, der andere, kürzere Schenkel, dagegen bloss unterhalb des Stopfens der Auffangflasche. In die Waschflüssigkeit der letzteren taucht eine einfach rechtwinkelig gebogene Glasröhre, durch welche beim Versuche Luft einströmt, während im Stopfen der Controlflasche eine solche mit kurzem Schenkel als Aspirationsröhre steckt. Unter dem etwas umgebogenen Flaschenrande liegt ein mit zwei Oesen versehener Draht, an welchem die Gummistopfen mittels starken Bindfadens befestigt werden. Hierdurch soll ein etwaiges Lüften des Stopfens beim Auf- und Abwärtsbewegen der Glasröhren vor und nach der Sterilisation vermieden werden.

Zur Luftuntersuchung wurden beide Fläschchen mit je 20 ccm einer neutralen Mischung aus 6 Theilen Glycerin, Bouillon und Wasser je 7 Theilen = 20 Theil. beschickt, die Gummistopfen mit den Glasröhren angebracht und alsdann erstere an den Drahtösen befestigt. Die längeren Schenkel der Glasröhren zog man nun bis ca. 1 cm über die Flüssigkeitsoberfläche empor, um bei der nun folgenden Sterilisation das Uebersteigen der Flüssigkeiten zu verhindern. Die beiden offenen Glasröhren verschloss je ein Wattepfropf. Die Sterilisation des ganzen Apparates erfolgte im Autoklaven bei einer Temperatur von 120° C. = 2 Atmosphären Druck. Der Apparat wurde jeweils bis nach dem Erkalten im Autoklaven belassen. Zur Aspiration dienten zwei 5-Literflaschen, von denen die eine mit Wasser gefüllt, die andere leer war (wie sie bereits Cohn und Hesse in Gebrauch hatten). Beide Flaschen verbindet ein Gummischlauch.

Um den Apparat in Thätigkeit zu setzen, werden die längeren Schenkel in die Flüssigkeit getaucht und die zwei Verschluss-Wattestopfen abgenommen. Die Saugröhre der Controlflasche verbindet man mit dem Schlauche der gefüllten Wasserflasche. Wird nun die leere Flasche etwas niederer gestellt, ca. $^1/_2$ bis $^3/_4$ m, so beginnt das Wasser in diese tiefer stehende überzufliessen und damit erfolgt auch die Aspiration eines der Wassermenge entsprechenden Luftvolumens. Durch Umwechseln der Wasserflaschen kann die Aspiration fortgesetzt werden. Auf diese Weise erfolgt das Durchleiten beliebig grosser Luftmengen durch das Aufsaugegefäss des Untersuchungs-Apparates. Zur Regulirung der Ausflussgeschwindigkeit des Wassers genügt das Einsetzen von 1 bis 2 zu engen Spitzen ausgezogenen Glasröhren in den Gummischlauch, welcher die beiden Aspirationsflaschen verbindet. Zwei solcher Durchflusshindernisse, in Form von Glasröhren mit 3 mm Oeffnungsdurchmesser, ermöglichten eine Aspiration von 5 Liter Luft in 30 bis 40 Minuten, also 1 Liter Luft in 6 bis 8 Minuten, während bei Verwendung von einer Röhre die gleiche Wassermenge in 15 bis 20 Minuten überfloss, demnach 1 Liter Luft in 3 bis 4 Minuten.

Sobald die Aspiration beendigt war, wurden die zwei Schenkel wieder mit den Wattestopfen verschlossen und der Auffangschenkel durch Umschwenken der Flüssigkeit von den noch etwa anhaftenden Keimen befreit.

Zur Aussaat wurden der gründlich gemischten Waschflüssigkeit je 1 ccm mittels einer keimfreien Pipette entnommen und in 10 ccm Nährgelatine vertheilt, unter Beobachtung der bekannten nothwendigen Vorsichtsmassregeln.

In dieser Weise verwendeten wir stets vier Platten, nachdem sich gezeigt hatte, dass die einzelnen Platten, sowohl qualitativ als auch quantitativ, nahezu die gleichen Befunde ergaben. Die Platten wurden 14 Tage, stellenweise sogar drei Wochen beobachtet. Es hatte sich nämlich im Laufe der Untersuchung herausgestellt, dass die der Luft entnommenen Spaltpilze, auch unter den günstigsten Bedingungen, sehr viel langsamer wachsen als solche, die dem Wasser oder dem Erdboden entnommen sind, worauf wir später noch zu sprechen kommen werden.

Die Untersuchungen wurden hier in Freiburg i./B. angestellt und zwar zeitlich in möglichst gleichmässigen Intervallen. Bezüglich der Entnahme-Stellen wurde Luft gewählt:

1. Aus dem freiliegenden Garten des botanischen Instituts.

2. Aus einem geschlossenen Zimmer einer mitten in der Stadt gelegenen Privatwohnung.

3. Aus zwei Krankensälen des klinischen Hospitals, welche sich nach Lage und in Rücksicht auf die Ventilation unter verschiedenen hygienischen Verhältnissen befinden.

4. Ferner wurden einige Untersuchungen auf dem Rosskopfe, einem 2 Stunden östlich der Stadt gelegenen Berge (738 m hoch), unternommen.

Die Untersuchungen wurden ein ganzes Jahr hindurch fortgesetzt und unter den verschiedensten Witterungsverhältnissen ausgeführt, um event. vorhandene Schwankungen, welche durch allgemeine klimatische Verhältnisse bedingt sind, festzustellen.

Bei jedem Versuche betrug die Menge der ausgewaschenen Luft 10 Liter. Was nun die Ergebnisse der durch die bacteriologischen Untersuchungen in der Luft erhaltenen Mikroorganismen betrifft, so ergiebt sich die Anzahl der aufgefundenen lebensfähigen Keime aus den Tabellen. Eine Zunahme der Spaltpilze ergab sich im Grossen und Ganzen beim Uebergange in die warme Jahreszeit und in dieser selbst. Dagegen eine Abnahme gegen den Winter zu und bei Regen.

Umstehende Tabelle giebt die Anzahl der in einem Liter Luft enthaltenen Spaltpilze und zeigt die Zunahme derselben gegen den Sommer, die Abnahme der Colonieen gegen den Winter und in diesem selbst.

Mai	17 Colonieen,	November . .	28—30 Colon.,
Juni	32 „	December . .	15 „
Juli	48 „	Januar . . .	20 „
August . . .	50—70 „	Februar . . .	25 „
September . .	45 „	März	20—30 „
October . . .	35 „	April	30—35 „

Einen auffallenden Einfluss auf die Spaltpilzmenge der Luft hatten die Nebel. Es zeigte sich nämlich, dass bei einer Lufttemperatur von 10 bis 15° C. und einem Feuchtigkeitsgehalte von 80 bis 95 Procent, unter dem Vorhandensein von Nebel die Spaltpilzmenge in einem Liter Luft auf 1500 Colonieen anwuchs. Man wird sich wohl vorstellen müssen, dass unter solchen Verhältnissen alle in einem sehr grossen Luftvolumen vorhandenen Spaltpilzmengen durch die Nebelbildung in den Wassertropfen des Nebels concentrirt werden und dem Gesetze der Schwere folgend, in die tiefst gelegenen Luftschichten der Erdoberfläche gelangen. Auch das schnellere Auskeimen der aus der Nebelatmosphäre erhaltenen Spaltpilze lässt sich am natürlichsten derart erklären, dass die Mikroorganismen durch das wässerige Vehikel, in dem sie sich längere Zeit befanden, weicher und hierdurch auch keimfähiger wurden. Im Allgemeinen ist nämlich zu bemerken, dass die aus der Luft aufgefangenen Keime (besonders im Winter) sehr schwer zur Entwickelung zu bringen sind, so dass die in einem bestimmten Luftvolum enthaltenen Spaltpilzmengen in Nährgelatine erst nach 2 bis 3 Wochen auswachsen und alsdann erst mit Sicherheit erkannt werden können. Der Grund dieser Thatsache ist wohl darin zu suchen, dass die Luftkeime zumeist in Dauerformen aufgewirbelt und in der Luft suspendirt gehalten werden oder dass nur Individuen solcher Arten der Luft als entwickelungsfähige Keime entzogen werden können, welche ein längeres Austrocknen unbeschadet ihrer Lebensfähigkeit zu ertragen vermögen. Die meisten vegetativen, wasserreichen und auf Wasserreichthum angewiesenen Spaltpilze gehen wohl bald durch Austrocknen in der Luft zu Grunde.

Im Gegensatz zu diesen Befunden zeigte sich im Nebel der kalten Novembertage, bei −10 bis −12° C. Lufttemperatur, der Keimgehalt der Luft an Mikroorganismen ganz bedeutend vermindert (3 bis 8 Colonieen pro Liter). Diese eigenartige Erscheinung lässt sich vielleicht dahin erklären, dass die im Wasser der Nebeltröpfchen eingeschlossenen Spaltpilze in gequollenem Zustande vom Froste überrascht und durch Bersten zerstört wurden (erfroren sind). Oder man müsste sich vorstellen (da die längere Periode der nebligen Tage in dem plötzlichen Temperaturwechsel der warmen und dann sehr kalten Novembertage fielen), dass in den

später folgenden Nebelschichten überhaupt keine Spaltpilze mehr enthalten gewesen seien, indem die in weiten Luftschichten suspendirten Keime bereits mit den ersten Nebeln niedergeschlagen worden waren.

Speciellere Untersuchungen über diese Fragen, welche auch die analogen Verhältnisse bei plötzlich einfallenden und anhaltenden Regenperioden zu berücksichtigen hätten, müssen uns noch darüber Klarheit verschaffen.

Ebenso auffallend war es, dass, was die Qualität der unter den eben besprochenen Verhältnissen gefundenen Spaltpilze anlangt, nahezu ausschliesslich verflüssigende Colonieen zur Entwickelung kamen.

Eine eigenthümliche Beobachtung wurde bei den Untersuchungen von Mitte August an gemacht. Es nahmen von dieser Zeit an, also lange vor Eintritt der Weinernte, die Hefepilze allmählich in ganz sichtlicher Weise zu und erreichten im Monat October ihren höchsten Stand, um von da an wieder abzunehmen.

Auch die Schimmelpilze nehmen im Spätjahre und bei Regen in der Luft zu, verschwinden dagegen bald mehr bald weniger bei Eintritt trockener Witterung oder Kälte. Letztere scheint jedoch allem Anscheine nach auf die Schimmelpilzkeime weniger zerstörend einzuwirken als auf die Keime der Spaltpilze.

Die Luft auf dem Rosskopfe, 738 m über dem Meere, erwies sich in Bezug auf Quantität und Qualität nicht gerade sehr verschieden von dem Gehalte an Spaltpilzen auf der Ebene, dagegen enthielt dieselbe bedeutend weniger Schimmelpilze als die Stadtluft, welche Thatsache auch von Freudenreich anlässlich seiner Luftuntersuchungen im Gebirge constatirt wurde.

Die zwei mir zu Luftuntersuchungen angewiesenen Zimmer resp. Krankensäle des klinischen Hospitals liegen im dritten Stocke dieses Institutes gegen Süden und sind beide mit phthisischen Personen belegt, und zwar Nr. 63 mit Männern, Nr. 70 mit Frauen. Beide Zimmer sind ca. 3·60 m hoch und haben parquettirte Fussböden. Saal 63 hat zwei grosse Doppelfenster und drei Thüren und ist daher sehr hell und luftig. Die auf den Flur führende Thür liegt der Fensterseite gegenüber, die anderen beiden Thüren vermitteln die Verbindung mit den anstossenden Krankensälen. Das Zimmer enthält im Ganzen acht eiserne Betten, die sämmtlich besetzt sind. Die Erwärmung des ca. 180 bis 200 cbm grossen Raumes erfolgt durch einen grossen Porzellanofen. Die Temperatur bewegte sich stets zwischen 14 und 16° C. Täglich findet eine viermalige Reinigung statt, zweimal wird der Staub feucht aufgenommen. Die Ventilation dieses Krankensaales ist eine vorzügliche, die Lufterneuerung erfolgt durch Oeffnen der oberen Fensterflügel.

Der zur bacteriologischen Untersuchung der Luft dieses Krankensaales verwendete und oben beschriebene Apparat wurde auf dem Tische des Saales aufgestellt und jeweils 10 Liter Luft durchgesaugt.

Die Gelatine-Plattenversuche unternahm ich auf dem Boden und in verschiedenen Zimmerhöhen. (Vergl. Tabelle S. 140.)

Diesem in hygienischer Hinsicht günstige Verhältnisse aufweisenden ersten Zimmer Nr. 63 gegenüber befindet sich der zweite Saal Nr. 70 in ungünstigerer Lage. Derselbe ist ungefähr um die Hälfte kleiner und hat bloss ein einfaches Fenster und zwei Thüren, das Zimmer erscheint in Folge dessen auch düster. Das Fenster befindet sich in der linken Zimmerecke und der in den Flur führenden Thüre gegenüber. In Folge dessen ist eine gründliche Durchlüftung des Krankensaales, wenn auch nicht unmöglich, so doch erschwert. Die zweite Thür führt in das anstossende Krankenzimmer. Die vorhandenen vier eisernen Betten waren mit Patienten belegt. Die Heizung ist die gleiche wie im ersten Zimmer Nr. 63. Die Zimmertemperatur war bei allen Versuchen eine normale.

Die Luftaspiration von 10 Litern erfolgte hier ebenfalls auf einem Tische; die Plattenversuche dagegen auf dem Boden und in verschiedenen Höhen des Zimmers.

Die in beiden Krankensälen ausgeführten Untersuchungen ergaben in Rücksicht auf den Spaltpilzgehalt der Luft und deren Arten erhebliche Unterschiede, welche aus den Tabellen genauer ersichtlich sind.

Bemerkenswerth ist, dass im Saale Nr. 70 mehrfach Staphylococcus pyogenes aureus gefunden wurde. — Die Luftuntersuchungen im zweiten Saale hatten gegenüber denjenigen im ersten noch einen weiteren Unterschied ergeben, indem die Anzahl der verflüssigenden Spaltpilzcolonieen stets überwiegend war.

Ausser den bacteriologischen Untersuchungen, welche im Freien und in den beiden eben beschriebenen Krankensälen unternommen wurden, stellte ich eine Reihe von parallel laufenden Experimenten mit der Zimmerluft einer im Innern der Stadt gelegenen Privatwohnung an.

Das betreffende zu den Versuchen herangezogene Zimmer entspricht, was Licht, Ventilation u. s. w. anbetrifft, den in besseren Privatwohnungen gebräuchlichen Verhältnissen. Der Gang der Methode war der bereits mehrfach beschriebene.

Der Spaltpilzgehalt verhielt sich im Allgemeinen den übrigen Befunden analog. Was die vorkommenden Arten anlangt, so fanden sich selten verflüssigende Colonieen, dagegen viele Schimmel- und Hefepilze, letztere von August an.

Ausser den mit dem Saugapparate ausgeführten Luftuntersuchungen wurden noch einige Versuche mit aufgestellten Gelatineplatten aufgestellt.

Diese sollten einen Ueberblick gewähren über die Menge und Arten derjenigen Spaltpilze, welche sich auf einer bekannten Fläche und im Verlaufe einer gewissen Zeiteinheit aus der Luft absetzen.

Die im Institutsgarten bei klarem, schönem Wetter angestellten Platten ergaben im Mittel:

Nach	5	Minuten	15—20	Colonieen,
„	10	„	28—45	„
„	20	„	30—70	„
„	30—40	„	90—200	„

Bei den in einem Zimmer des hygienischen Instituts, von ungefähr 180 ^{cbm} Rauminhalt, zur Verwendung gelangten Platten, ergaben sich während des Tages folgende Zahlen:

Nach	5	Minuten	28—40	Colonieen,
„	10	„	50—72	„
„	20	„	90—124	„
„	30—40	„	100—270	„

Ganz andere Resultate lieferten im gleichen Locale ausgeführte Plattenversuche des Abends während des bacteriologischen Curses. Bei dieser Gelegenheit waren ungefähr 30 Personen in dem Raume anwesend und wurde die Verschlechterung der Luft zudem noch erhöht durch das Brennen von 10 bis 15 Gasflammen.

Diejenigen Platten, welche auf dem Boden des Zimmers zur Aufstellung gekommen waren, Temperatur 20°, hatten folgende entwickelten Keime ergeben:

Nach	5	Minuten	55—90	Colonieen,
„	10	„	98—150	„
„	40—60	„	350—520	„
„	120	„	900—1280	„

Interessant war das Wachsthum von Spaltpilzcolonieen auf den zu gleicher Zeit, jedoch in einer Höhe von $2^1/_2$ ^{m} aufgestellten Gelatineplatten, Temperatur 30° C. Trotzdem die Gelatine in Folge der hohen Temperatur stark eingetrocknet war, kamen noch ca. 30 bis 40 Colonieen zur guten Entwickelung. Während man doch hätte annehmen sollen, dass durch Eintrocknen des Nährbodens die auffallenden Keime zu Grunde gehen müssten.

Der durch die Ventilation bedingte, verschieden hohe Spaltpilzgehalt der Luft in beiden Krankensälen des klinischen Hospitales, welcher bereits durch die Luftuntersuchungen mittels des Saugapparates bewiesen worden ist, wurde durch die in den gleichen Zimmern vorgenommenen Plattenversuche bestätigt.

Im Krankensaale Nr. 63 mit guter Ventilation waren auf den Platten gewachsen nach einer Aussetzung:

	oben	Boden
Von 25 Minuten	50—175	Colonieen,
„ 45 „	60—300	„
„ 60 „	200—290	„
„ 2 Stunden	185—710	„

In Zimmer Nr. 70 dagegen mit schlechter Ventilation:

	oben	Boden
Nach 25 Minuten	80—300	Colonieen,
„ 45 „	145—530	„
„ 60 „	400—780	„
„ 2 Stunden	840—2600	„

Die hier anschliessende Aufstellung giebt eine tabellarische Uebersicht der von mir bis jetzt angestellten quantitativen Bestimmung des Spaltpilzgehaltes der Luft in Freiburg und Umgebung. Zugleich hat dieselbe den Zweck, an der Hand von Zahlen die bereits angeführten und im Schlusse nochmals kurz zusammengestellten Ergebnisse der Luftuntersuchungen und die sich daraus ergebenden Folgerungen zu erläutern. Die in der Tabelle ausgesetzten Zahlen geben jedes Mal die durchschnittliche Anzahl der Spalt- und Schimmelpilz-Colonieen an, welche in einem Liter der zur Untersuchung verwendeten Luft vorhanden waren. (Vgl. Tabellen S. 138—140.)

Fassen wir die Ergebnisse dieser Luftuntersuchungen nochmals zusammen, so zeigt sich, dass eine Zunahme der Spaltpilzmenge gegen die wärmere Jahreszeit, eine Abnahme im Winter und bei Regen stattfindet. Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Gehalte der Luft an Spaltpilzen im Freien und in menschlichen Wohnungen, welche sonst unter guten sanitären Verhältnissen stehen, liess sich nicht nachweisen. Dagegen konnte eine erhebliche Vermehrung der Spaltpilzmenge, ja sogar das Auftreten pathogener Spaltpilze (Staphyl. pyog. aureus) beobachtet werden, wenn ungünstige Allgemeinbedingungen und aussergewöhnliche Bewohnungsverhältnisse vorliegen. Andererseits wird eine als freie Luft bezeichnete Atmosphäre in unmittelbarer Nähe einer grösseren Stadt von dieser auch bezüglich ihres Spaltpilzgehaltes beeinflusst. Es zeigt sich wenigstens, dass die auf Bergen angestellten Luftuntersuchungen eine wesentlich geringere Menge und eine gleichmässigere Verbreitung weniger Arten zeigen.

Botanischer Garten.

Datum	Temperatur	Procent Feuchtigkeit	Witterung	Colonieen	Spaltpilze	Schimmelpilze	Bemerkungen
1890							
5. Mai	16	85	bedeckt	50	15	35	
11. „	13	89	schön SW.	100	20	80	
22. „	15	91	Regen	150	9	141	
30. „	13	70	bedeckt SW.	108	28	80	
11. Juni	16	71	do., starker SW.	160	45	115	
3. Juli	18	71	schön	116	32	84	
26. „	18	69	do. WW.	160	83	77	
12. August	21	75	—	209	96	113	
6. October	12	89	Nebel	1200	1150	50	Meist verflüss. Bacterien.
11. „	14	92	do.	1325	1360	65	„ „ „
20. „	15	95	do.	1020	860	160	Ziemlich Hefearten.
25. „	9	88	do.	900	800	100	
5. Novbr.	10	89	do.	1515	1515	—	Verflüss. Bacterien.
26. „	−10	90	do. und Schnee	12	4	8	Eine Hefeart.
30. „	−11	88	do.	14	3	11	
12. Decbr.	−10	87	do.	18	8	10	
23. „	− 8	88	bedeckt	42	7	36	
1891							
2. Januar	− 2	77	trüb	47	9	38	
17. „	− 1	78	schön	70	18	52	
29. „	+ 7	72	do.	60	16	44	
11. Februar	− 3	85	trüb	52	12	40	
26. „	+ 2	62	bedeckt	75	20	55	
9. März	+11	80	schön	86	26	60	
21. „	+ 4	75	do.	68	13	55	
4. April	+11	76	Regen	90	22	68	
16. „	+10	67	bedeckt	92	22	70	
28. „	+14	60	schön	104	30	74	

Privatwohnung.

1890							
23. Juni	16	89		45	20	25	
8. Juli	16	74		80	35	45	
14. August	18	83		173	56	117	Viele Hefearten!
26. Septbr.	21	75		146	30	116	Die Hefen nehmen zu.
2. October	14	69		150	24	126	Viele Rosahefe und Sachar. cerev.
19. Novbr.	9	83		85	20	65	
19. Decbr.	6	80		40	12	28	

Privatwohnung.

Datum	Temperatur	Procent Feuchtigkeit	Zimmer-Nummer	Colonieen	Spaltpilze	Schimmelpilze	Bemerkungen
1891							
4. Januar	9	81		38	16	22	
23. „	9	84		50	19	31	
6. Februar	8	79		55	15	40	
27. „	10	72		84	20	64	
13. März	11	81		93	20	73	
1. April	10	88		102	26	76	

Klinisches Hospital.

1890							
16. Juni	14		63	169	39	130	
28. „	20		70	235	47	188	
18. Juli	18		63	260	45	215	
22. „	17		70	216	76	140	
7. Septbr.	16		63	160	52	50	Viele Hefearten.
12. October	15		70	192	82	90	do.
16. „	15		63	140	42	68	Viele Hefen.
14. Novbr.	16		70	—	67	viele Pilze	
14. „	15		63	190	43	147	
2. Decbr.	15½		70	80	80	viele Pilze	
8. „	14		63	86	30	56	
1891							
5. Januar	14		63	155	45	110	
15. „	16		70	196	85	111	
27. „	14		70	204	100	104	
14. Februar	15		63	106	42	64	
26. „	15		63	82	28	54	
8. März	16		70	190	90	100	
29. „	14		63	79	27	52	
12. April	15		70	178	70	108	
28. „	15		63	94	36	58	

Rosskopf.

1890			Witterung				
15. August	19	64	schön OW.	55	23	22	
26. „	17	69	bedeckt	90	30	50	10 Hefe-Colonieen.
9. Octbr.	11	66	do.	100	14	70	16 „

Instituts-Local.

17. Mai	15	83		248	80	168	

Botanischer Garten. Plattenversuche.

Datum	Temperatur	Procent Feuchtigkeit	Witterung	Spaltpilze	Schimmelpilze	Bemerkungen
1890						
13. Mai	15	74	schön	15—20	70	Nach 5 Minuten
23. „	16	75	„	28—45	95	„ 10 „
				30—70	122	„ 20 „
				90—200	160—180	„ 30—40 „

Instituts-Local. Plattenversuche.

17. Decbr.	16	68	Zimmer	28—40	140	Nach 5 Minuten Nachm.
				50—72	190	„ 10 „ „
				90—124	230	„ 20 „ „
				100—270	viele Pilze	„ 30—40 „ „
17. „	20	60		55—90	„	„ 5 „ Abends
				98—150	„	„ 10 „ „
				350—520	„	„ 40—60 „ „
				900—1280	„	„ 2 Stunden
	30	—		30—40	—	In $2^1/_2$ m Höhe nach 2 Std.

Klinisches Hospital. Plattenversuche.

Monat December 1890 und Januar 1891	15		Nr. 63 mit guter Ventilation	75—100	50	Nach 25 Min. 2 m hoch
				170—200	120	„ 25 „ auf d. Boden
				60—150	100	„ 45 „ oben
				150—300	170	„ 45 „ unten
				200—290	200	„ 60 „ oben
				300—420	viele Pilze	„ 60 „ unten
				185—500	„	„ 2 Std. oben
				280—750	„	„ 2 „ unten
Monat December 1890 und Januar 1891	16		Nr. 70 mit schlechter Ventilation	80—230	100	Nach 25 Min. 2 m hoch
				100—300	120	„ 25 „ auf d. Boden
				100—400	180	„ 45 „ 2 m hoch
				145—530	270	„ 45 „ unten
				200—490	viele Pilze	„ 60 „ oben
				400—780	„	„ 60 „ unten
				700—900	„	„ 2 „ oben
				840—2600	„	„ 2 „ unten

Ein sehr interessanter Befund, welcher gerade auf Grund der auffallenden Erscheinung mehrfach controlirt wurde und sich constant erwiesen hatte, ist die enorme Vermehrung des Spaltpilzgehaltes bei nebliger Luft und mittlerer Temperatur. Die Erklärung dieser Thatsache wurde oben Seite 133 versucht. Es ist aber nochmals hervorzuheben, dass weitere Untersuchungen, welche sich mit dem zeitlich verschiedenen Gehalt an Mikroorganismen der atmosphärischen Niederschläge zu beschäftigen haben, dringend wünschenswerth sind, um auch nach dieser Richtung hin weitere Einblicke in den Spaltpilzgehalt der Luft zu erlangen. Von pathogenen Spaltpilzen konnte der Staphylococcus pyogenes aureus in der Luft eines Krankensaales mehrfach nachgewiesen werden.

Gewisse, wie es scheint periodisch wiederkehrende Anhäufungen von regelmässig in der Luft vorhandenen Arten, wie solche im Wasser und Boden bemerkt worden sind (vgl. Tils, Fülles), können nach den vorliegenden Untersuchungen nur insofern constatirt werden, als unter Verdrängung der Spaltpilzkeime, Hefearten und Schimmelpilze im Spätsommer und im Herbste in aussergewöhnlich grosser Menge auftreten. Ausserdem fanden sich unter den, während der dichten Nebel massenhaft auftretenden Spaltpilzen meist die Gelatine verflüssigende, wie Bacillus subtilis, Proteus vulgaris u. s. w., ganz plötzlich in einem auffallend hohen Procentsatze.

Im Ganzen bewirkt wohl, gegenüber dem Boden und Wasser, die an Zahl und Arten geringere Spaltpilzmenge der Luft eine gewisse Beständigkeit des Befundes.

Am Schlusse meiner Arbeit bleibt mir noch die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. M. Schottelius, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen, sowohl für die gütige Ueberlassung des Themas und die liebevolle Unterstützung, deren ich mich seinerseits während meiner Arbeit zu erfreuen hatte, als auch für die gütige Durchsicht der Arbeit.

Freiburg, im Mai 1891.

I. Mikrokokken.

a) Gelatine nicht verflüssigend.

Name, Entdecker, mikroskopische Beschreibung u. s. w.	Wachsthum			Bemerkungen
	auf Platten Pepton-Gelatine:	in Stichculturen Pepton-Gelatine:	auf Kartoffeln	
1. Micrococcus candidus. (Cohn). Kleine, lichtbrechende, bewegungslose, gänzlich runde Kokken. 1 μ Durchmesser. Zooglöa bildend. Aërobium.	Schneeweisse, zuerst rundliche, später unregelmässige Häufchen mit flach convexer Oberfl. Vergrössert, schwach granulirt erscheinend.	Wächst an der Oberfläche den Plattenculturen analog. Beinahe ohne Wachsthum längs des Stichcanals.	Sehr geringes Wachsthum, erst nach längerer Zeit entsteht ein ganz kleines Tröpfchen.	Erzeugt keine Gährung in Würze, Bier u. s. w. Selten im Freien, aber einige Male im Krankensaale Nr. 63 gefund.
2. Micrococcus candicans (Flügge). Gleichmässig runde, 1—1·5 μ Durchmesser besitzende Kokken, Ohne Eigenbewegung. Dieselben lagern sich in Haufen.	An der Oberfläche glatte, milchweisse, lacktropfenähnliche Colonieen, 2 mm Durchmesser. Vergrösserung mitten dunkelbraun, unregelmässig contourirt, dagegen fein granulirt. In der Tiefe gelbliche Scheiben, die vergrössert kreisförmig und dunkel erscheinen.	Weisse, dem Stichcanal entlang wachsende Pilzmasse. Am Sticheingang Nagelcultur.	Weisse, rasch wachsende Schleimtröpfchen.	In zuckerhalt. Nährlösungen Trübung erzeugend. Wurde häufig im Freien gefunden u. war in jeder L.-U. auf dem Rosskopfe vorhanden.
3. Micrococcus versicolor (Flügge). Gewöhnlich zu Diplokokken oder Häufchen zusammengelagerte Kokken. Aërobium.	Die an der Oberfläche liegenden Colonieen sind 2 bis 10 mm gross, unregelmässig geformt und schleimig u. haben Perlmutterschimmer. In der Tiefe weisse, später gelbe Colonieen. Vergröss. gekörnt und fein contourirt.	Die ausgezackte Auflagerung schillert perlmutterartig, der Rand erscheint wie angefressen.	Weisslicher, schleimiger Belag von raschem Wachsthum.	Dieser Microc. wurde nahezu in jeder Luftprobe gefund., besonders im Hospitalzimmer Nr. 70.
4. Micrococcus viticulosus (Flügge). Ovale, zu dichten Zooglöamassen vereinigte Kokken.	Gallertartige, sich rasch über die Oberfläche ausbreitende weisse Auflagerung, von welcher feine Fäden in die tieferen Gelatineschichten eindringen. Im Innern der Gelatine gehen vom Centrum der Colonie feine haarart. Ranken aus, die vergröss. aus rosenkranzartig aneinandergelagerten Zooglöamassen bestehen.	Längs des Stichcanals bildet sich eine dünne weissliche Schleimschicht, von der aus feine Fäden in das Innere der Gelatine gehen.	Schmutzigweisses, rasch wachsendes Häutchen, das alsbald ein trockenes Aussehen erhält. Nach vier Wochen treten rankenartige Gebilde auf.	Verursacht lebhafte Gährung in zuckerhalt. Lösung. Auf dem Rosskopfe 738 m hoch einmal gefunden.

Name, Entdecker, mikroskopische Beschreibung u. s. w.	Wachsthum			Bemerkungen
	auf Platten Pepton-Gelatine:	in Stichculturen Pepton-Gelatine:	auf Kartoffeln	
5. Fedriger Micrococcus (Bräutigam). Unbewegliche, mitteldicke Kokken, Zooglöa bildend.	Die weissgelbliche Colonie kriecht zungenartig auf der Gelat. fort und hat einen aufgeworfenen Rand. Vergröss. von gelblicher Farbe und aus kugeligen Zooglöen bestehend.	Das sehr charakterist. Wachsthum geht vom Centrum des Stichcanals aus und besteht darin, dass lange, weisse, krystallnadelähnliche Ausläufer in die Gelatine gehen, eben solche gehen von den aufgelagerten Schleimhäufchen an d. Oberfläche aus und bestehen aus perlschnurartigen Kokkenketten.	Gelblichweisse Schleimmassen mit unregelmäss. Fortsätzen.	Auf dem Rosskopfe einmal erhalten. Diese Kokken rufen in zuckerhaltig. Lösungen bloss Trübung und keine Gährung hervor.
6. Mikrococcus ureae (Pasteur). Oft zu Diplokokken und Tetraden vereinigte Kokken.	Weisse, perlmutterglänzende kleine Flecke mit glatter Oberfläche und scharfer Contour. Später gleichen die Colonieen einem Stearintropfen.	Der dünne Pilzbelag wächst im Stichcanale, ist zähe u. riecht nach Kleister.	—	Mehrere Mal in Luft des botanischen Gartens nachgewiesen.
7. Micrococcus fervitosus (Adametz-Wichmann). Kleine, runde Kokken, ohne Bewegung. Dieselben sind theils zu Diplokokken, theils zu kleinen Häufchen vereint. Aërobium. Sehr langsame Entwickelung.	Die gelblich-weissen Colonieen der Oberfl. sind durchsichtig und haben nach einigen (2 bis 3) Tagen einen gezahnten Rand. Vergr. erscheint die Colonie mit Buchten versehen. Später werd. sie braun u. faltig um die dunkler gefärbte Mitte. In der Tiefe sind die Colon. klein, stark lichtbrechend u. v. glatter Cont. Thautropfen ähnlich.	Wächst ohne Perlmutterglanz körnig längs des Stichcanals m. fein gezahntem Rand an d. Oberfl. Die Schleimschicht ist dünn und schimmert die Gelatine durch. Agar-Agar: Milchweisse, schleimige Auflagerung, rundl. mit schwachem Perlmutterglanz.	Unregelmässiger, später körniger, gelblichweisser Belag.	Zweimal in Luft auf dem Rosskopfe, 738 m hoch, nachgewiesen. (In einig. Col. vorhanden.) Bewirkt in Würze ziemlich heftige Gährung.
8. Microc. cereus albus (Passet). Grosse Kokken, meistens zu Haufen vereint.	Zuerst kleine weisse Pünktchen, später 1 bis 2 mm grosse, mattglänzende, Stearin oder weissen Wachs ähnliche Tropfen.	Langsames Wachsth. im Stichcanal, dagegen ein schöner, schnell wachsender Belag (weiss) mit verdicktem Rande im Striche.	Schmutzigweisser, Belag von ziemlicher Dicke.	Ziemlich häufig im Freien und in der Privatwohnung gefund.
9. Stern-Coccus (Maschek). Unbewegliche, weder Ketten, noch Tetraden bildende Kokken.	Bei den ausgewachsenen Colonieen, 2 mm im Durchm. habenden Colonieen, ragen aus dem bräunlichen Innern strahlenförmige Ausläufer hervor (6—15), mit fein verästelten Enden, wodurch die Colonie ein sternförm. Aussehen erhält.	Zuerst Oberflächen-Wachsthum. Später wachsen aus der braungelben Colonie vom Stichcanale aus strahlenart. Verästelungen.	Das gelbbraune Häutchen kommt erst später (nach 4 Tagen) zur Entwickelung.	In der Luft des botanisch. Gartens nachgewiesen.

Name, Entdecker, mikroskopische Beschreibung u. s. w.	Wachsthum			Bemerkungen
	auf Platten Pepton-Gelatine:	in Stichculturen Pepton-Gelatine:	auf Kartoffeln	
10. Crêmfarb. Micrococcus (List). Sehr grosse, 1 bis 2 μ im Durchmesser besitzende runde Kokken. Diese sind zu Diplokokken oder Torulas vereinigt. Zooglöa. Deren schleim. Intercellularsubstanz ist im Wasser löslich.	Crêmfarbige runde Schleimtröpfchen, die sich nach einig. Tagen etwas über die Gelatine erheben. Dieselben bestehen aus unregelm. begrenzten, feucht glänzenden Häufchen. Vergr. fein gekörnt.	An der Oberfläche ist das Wachsthum dem auf den Platten analog. Im Stiche dagegen nahezu kein Wachsth. längs des Stichcanals.	Die Colonie erreicht bald ihre grösste Ausdehnung u. bleibt dann stationär.	Selten vorkommender Spaltpilz in d. untersuchten Luft.
11. Micrococc. aurantiacus (Cohn). Die Kokken sind ohne Eigenbewegung und zu Diplokokken oder Häufchen vereint. 1 bis 1·5 μ Durchm. Aërobium.	Runde oder elliptische orangegelbe Schleimtröpfchen mit glatter, glänzender Oberfläche. Schwach vergrössert erscheint die Colonie schwach punktirt.	Hauptsächlich Oberflächenwachsthum als kleines Köpfchen. Allmählich entwickeln sich längs des Stichcanals kleine, orangerothe Körnchen.	Gelbe, schleimige Häufchen.	Mehrere Male in dem Krankensaale Nr. 63 gefunden.
12. Microc. cinnabareus (Flügge). Grosse, kugelrunde Diplokokken und Tetraden bildende Kokk.	In den ersten Tagen hellziegelrothe Pünktchen, die sehr langsam sich entwickeln und nach ca. 8 Tagen zinnoberroth werden. Vergrössert hellbraun mit durchsicht. Rande.	Zuerst weissliche Colonie längs des Stichcanals. An der Oberfläche entsteht ein rosa Köpfchen, das später zinnoberroth gefärbt wird.	Hier ist das Wachsthum noch langsamer als auf Gelatine und die gebildete Colonie bleibt stationär.	Nahezu in jeder Luft nachgewiesen. Im botanisch. Garten u. im Hospital-Zimmer Nr. 63 am häufigsten vorhanden.
13. Rother Coccus (Maschek). Bewegungslose Kokk., die sich oft zu sarcineartigen Gebilden aneinander lagern.	Lichtrothe, runde Colonieen, die m. dunklem Centrum und granulirtem Rande versehen sind.	Ohne eine Nagelcultur zu bilden ist Oberflächenwachsthum vorhanden (Unterschied v. cinnab).	Die kaum lichtrothe Col. färbt sich nach vier Wochen intensiv ziegelroth.	Mehrere Male im Freien u. im Zimmer Nr. 63 des klinischen Hospitals gefunden.
b) Gelatine verflüssigend.				
14. Micrococcus radiatus (Flügge). Kleine, 1 μ dicke Kokken, meist in kurzen Ketten oder in kleinen Haufen. Etwas bewegl.	Nach ungefähr 2 Tagen 1 bis 1·5 mm grosse, weisse Colon., schwach verflüssigend. Dieselbe hat grünlichen Schimmer u. ist vergrössert gelbbraun, körnig, rund und mit Auswüchsen versehen. Letztere geben nach weiteren 2 Tagen einen bis 2 oder 3 Strahlenkränze.	Der Impfstrich ersch. wie gefiedert, durch die von den Centren ausgehenden Fortsätze (horizontal). Zu gleicher Zeit entsteht ein spitz zulaufend., langsam abwärts schreitender Verflüssigungstrichter.	Gelbbraune Colonie, die sich rasch ausbreitet.	Einige Male im klinischen Hospitale Saal Nr. 70 gefunden.

Name, Entdecker, mikroskopische Beschreibung u. s. w.	Wachsthum			Bemerkungen
	auf Platten Pepton-Gelatine:	in Stichculturen Pepton-Gelatine:	auf Kartoffeln	
15. Schlempe-Micrococcus (Bräutigam). Kleine runde bis ovale Kokken ohne Eigenbewegung. Meist Diplokokken od. Häufchen. Zooglöen.	Nach 3 Tagen stecknadelkopfgrosse weiss-weissrosafarbige Colonie. Schwach vergröss., grau, mit glatt. Rande und fein punktirt.	Am Eingange d. Stichcanals entsteht ein weiss-rothes Schleimtröpfchen. Längs des Stichcanals sehr langsames Wachsthum. Nach 8 bis 10 Tagen beginnt die Verflüssig., bei der sich am Boden ein weiss-röthliches Sediment absetzt.	Schleimige, weisse, rasch wachsende Ueberzüge.	Trat selten auf. Wächst gut in zuckerhaltig. Nährlösungen (Schlempe) ohne Gährung zu erregen.
16. Sarcina aurantiaca. Die kleinen Kokken sind zu waarenballenähnlichen Häufchen gelagert. Aërobium.	Kleine orangegelbe, bei schwacher Vergrösser. runde Colonieen mit scharf contour. Rande und punktirter Oberfl. Schwach verflüssigend.	Die schwach verflüssigende Colonie setzt auf der noch festen Gelatine ein sternförmiges Sediment ab.	Kleine, goldgelbe Colonie.	Fand sich einige Mal in d. Luft des bot. Gartens und einmal auf d. Rosskopfe.
17. Sarcina lutea. Grosse rundliche Kokken, welche zu waarenballenähnlichen Häufchen gelagert sind.	Kleine gelbe, sehr langsam wachsende Colon., zuerst punktförmig. Vergrössert graue, unregelmässige, oft ausgebuchtete Scheiben darstellend. Rand durchscheinend.	Wächst langsam an der Oberfläche und im Stichcanal. Die gelbe Schleimmasse verflüssigt die Gelatine allmählich und bloss schwach. Sternförmig. Bodensatz.	Schwefelgelbe kleine Colonie schleimig, die später körnig wird.	Wurde so ziemlich bei jeder Luftuntersuchung angetroffen, besonders in reichlicher Anzahl im Zimmer Nr. 70 des klin. Hosp.
18. Micrococcus flavus liquefaciens (Flügge). Ziemlich grosse, häufig zu Diplokokken und Haufen zusammengelagerte Kokken, ohne Eigenbewegung.	Kleine gelbliche Colon., die schwach vergröss. oval oder kreisrund erscheinen u. gelbbraun sind. Später werden sie gelb und beginnen die Gelatine zu verflüssig. Vom Centrum aus gehen alsdann radial angeordnete Streifen von Kokkenmassen durch die klare Zone zu dem nach aussen scharf contour. Randring, der von einzelnen Kokkenhaufen durchbrochen wird. Die Oberfläche ist fein gekörnt.	Längs des Stichcanals entstehen kleine kugelige Colonieen, welche die Gelatine bald verflüssigen und dann auf dem Boden als gelbe Pilzmassen sich ansammeln.	Die Culturen sind intensiv gelb gefärbt u. bilden unregelmässige Ueberzüge.	Jede Luftprobe des Krankensaales Nr. 70 im klin. Hospitale enthielt diese Kokkenart, bald mehr, bald weniger zahlreich.

Name, Entdecker, mikroskopische Beschreibung u. s. w.	Wachsthum			Bemerkungen
	auf Platten Pepton-Gelatine:	in Stichculturen Pepton-Gelatine:	auf Kartoffeln	
19. Micr. flavus desidens (Flügge). Die ziemlich kleinen Kokken liegen einzeln oder in Ketten bei einander.	In der Tiefe erblickt man weiss-gelbliche Pünktchen, die vergr. gelbbraun, oval u. ausgebuchtet sind. An der Oberfläche sind die Colonieen schleimig, verschied. ausgebuchtet und bis 10 mm gross. Sie liegen genau im Gelatineniveau u. sind gelblich-braun. Unter den Colonieen wird die Gelatine breiartig erweicht und nach 2 bis 3 Tagen sinkt dieselbe ein.	Am Grunde des Stichcanals bildet sich eine weisse, zusammenfliessende Masse, auf d. Oberfläche ein gelbbrauner, nicht bis zur Glaswand reichender Belag. Ziemlich langsame Verflüssigung.	Bildet eine gelbbraune, unregelmäss. begrenzte, sehr schleimige Haut.	Fundort wie bei Nr. 18.
20. Diplococcus luteus (Adametz). Längliche (1 bis 1·3 μ lange) Kokken, meist Diplokokken mit starkem Lichthofe und lebhafter Eigenbewegung. Häufchen und Ketten bildend. Aërobium.	Runde, hellgelbe, zähschleimige Colonieen (nach 3 Tag.) von 1 mm Durchmesser. Schwach vergröss.: Mitte braungelb, Rand hellgelb. Die Colonie ist gekörnt, färbt sich nach ca. 6 bis 8 Tagen intensiv gelb und hat dann bereits 3 mm Durchmessr. Langsame Verflüssigung beginnt ungefähr nach 14 Tagen.	Lebhaftes Oberflächenwachsthum. Die kreisförmige, citronengelbe, scheibenförm. Schleimmasse beginnt, sobald ein grösserer Theil des Substrats bedeckt ist (nach 10 Tagen) von d. Unterseite aus braunrothen Farbstoff auszuscheiden, der die erweichte Gelatine wolkenart. durchsetzt.	Der schmutzig gelbe Schleimbelag wird bald bräunlich und besitzt intensiven Penicillumgeruch.	Einige Male im klinischen Hospitale Zimmer Nr. 63 u. 70 gefunden, sowie auch in der Privatwohnung.
21. Grüngelber Coccus. (Maschek). Unbewegliche Kokken, die sich zu Diplokokk. und Ketten vereinen.	Das Wachsthum beschränkt sich bei den unregelmässig geformten und mit dunklem Centrum versehenen Culturen auf die Oberfläche. Vergrössert ist das Centrum von einem grünlichen Gewebe umgeben.	Die schmutziggrünen Pilzmassen zeigen Oberflächenwachsth. u. verflüssigen die Gelatine, intensiver Geruch nach faulen Eiern.	Schleimige Häutchen mit blaugrauem Schimmern, die später nachdunkeln und dann nach faulen Eiern riechen.	Fand sich zweimal in d. Luftproben von Zimmer Nr. 70 des klin. Hospitals.
22. Staphylococcus pyogenes aureus (Rosenbach). Kokken von ungleicher Grösse, in Haufen angeordnet, oft als Diplokokken. Wächst langsam bei Zimmertempe-	Auf der Gelatine entstehen nach 2 Tagen punktförm. Colonieen von gelblicher Farbe. Dieselben werden von einer leichten Vertiefung mit scharfem Rande gegen die nicht verflüssigte Gelatine umgeben.	Zuerst bildet sich ein grauer Strich. Dann entsteht ein gelber Punkt, der spitz nach unten wächst u. schnell die Gelatine verflüssigt. Auf der Oberfläche dieser schwimmen gelbliche, spät. orangefarbige Pilzmassen,	Dünner, Anfangs weisslicher Belag, der später orangegelb wird. Es entwickelt sich ein starker Kleistergeruch.	Dieser Spaltpilz wurde mittels des Saugapparates mehrere Male u. einmal bei einem Plattenversuche im Krankensaale Nr. 70 des

Name, Entdecker, mikroskopische Beschreibung u. s. w.	Wachsthum auf Platten Pepton-Gelatine:	Wachsthum in Stichculturen Pepton-Gelatine:	Wachsthum auf Kartoffeln	Bemerkungen
atur; Temperatur-ptimum bei 30—37°. Diese Kokken haben thog. Eigenschaften.		die zu Boden sinken. Agar-Agar: Im Stiche gelbe Auflagerung. Im Striche Anfangs opak., später schön gelb bis orangefarbiger Belag mit wellenförm. Rande.		klin. Hospit. gefunden.
23. Micrococcus coronatus. Mittelgrosse Kokken, st Diplokokken, meist jedoch Ketten oder Haufen bildend.	Graugelbliche Colon., welche bei auffallendem Lichte milchig, bei durchfallendem dagegen gelblich erscheinen mit einem weissen Centrum. Vergrösser.: Gelbliche Colonie körnig, mit hellem Rande und weissem Innern.	Der weisse Belag hat gebuchteten Rand und ist zähe und schleimig. Es tritt langsame, schalenförmige Verflüssigung ein.	Zuerst entstehen weisse Schleimtropfen, später bildet sich ein gelblicher Belag.	Wurde einige Male in Luftproben des botan. Gartens gefunden.

2. Hefe-Arten.

1. Rosahefe. Saccharomyces glutinis Kugelartige ovale bis cylindrische Zellen, welche isolirt oder zu zweien vorkommen.	Bildet rosafarbige Häufchen, welche sich ziemlich rasch zu schleimig. Ueberzügen ausbilden.	Im Stich als weisser, nach allen Seiten etwas ausstrahlender Faden. Die weitere Ausbreitung und die Farbenproduction erfolgt nur an der Oberfläche.	Auf Kartoffeln entstehen röthliche Ueberzüge, deren Farbe bald intensiv roth wird.	Wurde von August an in sämmtl. Luftuntersuchung. gefunden.
2. Saccharom. cerevisiae (Cryptococ. cerevisiae). Kugelige oder ovale Zellen. Dieselben kommen entweder als Unterhefe am Boden des Gefässes vor (Untergährung) od. als Oberhefe an der Oberfläche der betr. Flüssigkeit (Obergährung).	So lange die Colonieen noch in der Tiefe liegen erschein. sie als kleine weisse Pünktchen, sobald sie an die Oberfläche vorgedrungen sind, dagegen als ausgedehntere weisse Tropfen od. Häufchen.	Wachsthum ähnlich wie auf den Platten, oben besser und reichlicher wie in der Tiefe.	Ist von sehr lebhaftem Wachsthum in Bier, Würze u. s. w., sog. Bier- u. Weinhefe.	Trat von August an ziemlich in jeder Luft auf und zwar in reichlicher Menge.
3. Saccharomyces ellipsoideus. Elliptische Zellen, einzeln oder in verzweigten kurzen Ketten. Sporen in der Mutterzelle.	—	—	Besonders rasches Wachsthum im Weinmoste unter starker Gährungsentwickelung.	War ziemlich oft in der Luft vorhanden.

3. Bacillen.

a) Gelatine nicht verflüssigend.

Name, Entdecker, mikroskopische Beschreibung u. s. w.	Wachsthum			Bemerkungen
	auf Platten Pepton-Gelatine:	in Stichculturen Pepton-Gelatine:	auf Kartoffeln	
1. Bacillus stolonatus (Adametz-Wichmann). Lebhafte, bewegliche, $2^1/_2$ mal so lange als dicke Stäbchen.	Kugelige, weisslich- bis gelblichbraune Colonieen in der Tiefe, an der Oberfläche bräunlich gefärbt. Dieselben erheben sich etwas über die Gelatine und sind fein gekörnt. Agar-Agar: Von einem Centrum gehen verschieden gekrümmte Hauptäste aus, von den wieder andere feinere Ausläufer ihren Ursprung nehmen. Durchmesser 2—3 mm. Die Colonieen breiten sich nur auf der Oberfl. aus. Schwach vergrössert erscheinen die Auflagerungen hauchartig, dünn und gelblich.	Am Sticheingang weisslich. Auflagerung. Längs des Stichcanals langsames, körniges Wachsthum. Bei älteren Colonieen (nach 2 bis 3 Wochen) entsteht eine schalenförmige Erweiterung des Stichcanals, in Folge von Substanzverbrauch, jedoch ohne dass Verflüssigung eintritt.	Schmutzigweisser Belag ohne charakteristische Merkmale.	Wurde einmal in Luft des botanischen Gartens nachgewiesen.
2. Fluorescirender Wasserbacillus (Eisenberg). Kurzer, unbeweglicher Bacillus.	Oberflächliche Colonie in Form von Farnkräutern mit perlmutterartigem Schiller im weiten Umkreise.	Oben fluorescirender Schimmer. Geringes Wachsthum im Stichcanal. Agar-Agar: Weisslich. Oberflächen-Colonieen.	Schnelles Wachsthum, bräunl. diffus. Die Oberfläche später graublau.	Selten in Luftproben gefunden.
3. Bacillus fluorescens putidus (Flügge). Kurze, sehr bewegliche Bacillen mit abgerundeten Enden. Aërob. Bildet keine Sporen.	In der Tiefe kleine dunkle Colonieen, die an der Oberfläche und vergrössert als fein granulirte Scheiben m. dunklem Centrum erscheinen. Der Rand ist hell u. zwischen diesem und dem Centrum liegt eine gelbe Pilzmasse. Aeltere Colonieen erscheinen grünl. schimmernd u. gezackt. Die umgebende Gelatine fluorescirt grün. Intensiver Trimethylamin-Geruch.	Hauptsächlich erfolgt das Wachsthum an der Oberfl. als schmutzigweisser, dünner Belag. Geringes Wachsthum im Stichcanale. Nach einigen Tagen beginnt die Fluorescenz der Gelatine, die von oben nach unten abnimmt (grünlich).	Grauer oder bräunlicher, dünner Ueberzug, ziemlich schleimig.	Derselbe fand sich nahezu bei jed. Untersuchung der Luft in beiden Krankensälen des klinischen Hospitals und in der Privatwohnung.

Name, Entdecker, mikroskopische Beschreibung u. s. w.	Wachsthum			Bemerkungen
	auf Platten Pepton-Gelatine:	in Stichculturen Pepton-Gelatine:	auf Kartoffeln	
4. Bacillus erythrosporus (Eidam). Bewegliche, mit abgerundeten Enden versehene Bacillen. Scheinfäden bildend. Bei Zimmertemperatur entstehen in jedem Bacillus schmutzig-rothe Sporen.	Die weisslichen Colon. werden später faltig u. die sie umgebende Gelatine beginnt gelbgrün zu fluoresciren. Vergrössert haben die Colonieen ein bräunliches undurchsichtiges Centrum, das eine grüngelbe Zone umgiebt. Die Colon. sind scharf contourirt u. unregelmässig.	Ziemlich rasches Wachsthum an d. Oberfläche und im Stiche. Die Fluorescenz ist bei auffallendem Lichte gelb, bei durchfallendem grün und nimmt von oben nach unten an Intensität ab.	Anfangs entsteht ein röthlicher Belag, der jedoch bald in's Bräunliche übergeht.	Wurde ziemlich häufig in den Luftproben des botanischen Gartens nachgewiesen.
5. Bacillus saprogenes (Rosenbach.) Kleine schlanke Stäbchen. Aërobium und Anaërobium.	An der Oberfläche zähe schleimige, glatt gerandete Colonieen. In der Tiefe gelb gefärbte, die oft ballenförmig aneinander gelagert erscheinen. Der Zooglöaschleim ist so zähe, dass die Col. sich auf einmal mit einer Nadel abheben lässt.	Agar-Agar: Im Strich entwickelt sich eine aus zahlreichen Tröpfchen bestehende Auflagerung. Diese Tröpfchen verbinden sich später zu einer klaren, zähen und schleimigen Decke. Es entwickelt sich, besonders bei Luftzutritt, ein intensiv. Schweissgeruch.	—	Dieser Bacill. wurde einmal im Zimmer Nr. 70 im Sommer gefunden.
6. Bac. viridis pallescens. (Frick). Derselbe ist etwas grösser und schlanker als Bacillus fluorescens putridus, hat abgerundete Enden u. wurde eine Sporenbildung noch nicht beobachtet.	Die Colonieen in der Tiefe sind dunkel, an der Oberfläche sind sie denen des B. flor. putr. sehr ähnlich, wachsen jedoch schneller und breiten sich weiter aus.	Beinahe ohne Wachsthum im Stichcanale, starkes an der Oberfläche. Die Gelatine schillert schon nach einigen Tagen v. oben nach unten abnehmend blaugrün.	—	—
7. Bacillus cavicida (Brieger). Sehr kleine Stäbchen, doppelt so lang als breit	Colonieen von unregelmässigen Formen, ringförm. u. erscheinen wie die Schilder auf dem Rücken der Schildkröte angeordnet.	Grau-weisser Belag, ziemlich langsam wachsend.	Schmutzig-gelbe Rasen, die sich rasch ausbreiten.	Fand sich einige Male in Luft des botan. Gartens
8. Bacillus aerophilus (Liborius). Schlanke, von einer zarten Hülle umgebene, verschieden lange Bacillen.	Feine punktförmige Colon. Bei schwacher Vergrösserung oval od. birnförmig gelbgrün.	Breiter, sackartiger Verflüssigungstrichter, oben undurchsichtig, unten klar, gelblichgrau.	Gelbe Ueberzüge m. glatter Oberfläche u. mattem paraffinart. Glanze. Später gekörnte Oberfl.	Wurde einige Male im klin. Hospitale Saal Nr. 63 gefunden.

b) Gelatine verflüssigend.

Name, Entdecker, mikroskopische Beschreibung u. s. w.	Wachsthum			Bemerkungen
	auf Platten Pepton-Gelatine:	in Stichculturen Pepton-Gelatine:	auf Kartoffeln	
9. Weisser Bacillus (Maschek). Kurze, etwas dicke, sehr bewegliche, an den Enden abgerundete Stäbchen.	Glattrandige, runde Colonie, in d. Mitte weiss u. schleimig, schwach vergrössert hellgelb u. schön marmorirt. Nach drei Tagen Verflüssig. Agar-Agar: Unregelmässige, zieml. rasch wachsende Colonieen.	Nach zwei Tagen trichterförmige Vertiefung. Der Stichcanal ist nach einigen Tagen mit weisser Pilzmasse ausgefüllt, die später zu Boden sinkt. Die umgebende Gelatine wird schnell verflüss.	Weisses, nach vier Wochen schmutzig-gelbes Häutchen.	Fand sich hin und wieder in Luft der freien Atmosphäre (Rosskopf) und im botan. Garten.
10. Bacillus vulgaris (Hauser). 0·6 μ dicke, 1—3·77 μ Stäbchen, lebhaft beweglich u. mit langen Cilien versehen. Gerade und geschlängelte Fäden bildend. Kugelförmige Involutionsformen häufig.	Die tiefer gelegenen Colonieen sind gelbbraun und von einem aus Stäbchenketten gebildeten Strahlenkranze umgeben. An der Oberfläche entsteht schon nach 8 Std. eine runde, dellenförmige Vertiefung, welche mit verflüssigter Gelatine und grauen Pilzmassen erfüllt sind. Bei schwacher Vergrösserung erblickt man um die Delle herum eine aus einer 2—3 fachen Pilzrasenschicht gebildete Zone, von der zungenförmige Ausläufer ausgehen. Diese bestehen aus Stäbchengruppen und Fäden, welche eine langsam gleitende Bewegung zeigen und isolirte Inseln bilden.	Längs des Stichcanals schnelle Verflüssigung. Die verflüssigte Gelatine ist oben wolkig getrübt und hat am Boden dicke weisse Pilzmassen abgelagert. Agar-Agar. Schmutzig, weisser wachsender Beleg, von feuchtglänzendem Aussehen. Fäulnissgeruch.	Schmutzigweisse Auflagerung.	War neben Bacillus subtilis nahezu die einzige (bei Nebel der Luft entnommenen Proben): Colonie, die auf den Platten zur Entwickelung kam.
11. Proteus mirabilis. 0·6 μ breite und bis 3·5 μ lange Stäbchen. Die kugeligen bis birnförmigen Involutionsformen häufiger als bei Proteus vulgaris.	Rundlicher, weisslicher Belag. 2—3 mm Durchmesser. Vergr.: bräunlich, feinkörnig, der Rand hat wellenartige Contour. Vom Rande lösen sich weniger bewegliche Ausläufer m. sehr grossen Ausläufern ab. In der Tiefe finden sich gewundene Zooglöenmassen.	An der Impfstichperipherie erscheint eine aus kreisenden Bacillen und Fäden bestehende Zone. Nach 48 Stdn. laufen die oberflächlichen Colonieen zusammen und bilden eine feuchtglänzende graue, siebförmig durchbrochene Decke.	—	Zweimal in Luftproben des botanischen Institutgartens gefunden.

Name, Entdecker, mikroskopische Beschreibung u. s. w.	Wachsthum			Bemerkungen
	auf Platten Pepton-Gelatine:	in Stichculturen Pepton-Gelatine:	auf Kartoffeln	
12. Citronengelber Bacillus (Maschek). Kurze Bacillen mit lebhafter Bewegung.	Gelblichweisse, kreisrunde Colonieen mit deutlichen Auswüchsen versehen. Vergrössert hellbraunes Innere, mit fein verästelter Umgebung.	Zuerst Wachsthum längs des Stichcanals, später Nagelcultur an der Oberfläche. Nun beginnt die Verflüssigung u. die Colonie sinkt ein. Die verfl. Gelatine ist citronengelb nach der Verflüssigung.	Bildet ein citronengelbes Häutchen.	Auf dem Rosskopfe im botanischen Garten und in der Privatwohnung in Luft enthalten.
13. Bacillus mycoïdes (Flügge). Dicke, theils Milzbrandbacillen ähnliche Stäbchen, sehr beweglich. Scheinfäden. Sporenbildung in der Mitte der Bacillen.	Weisse Trübungen, in denen feine weisse Fäden wirr durcheinander laufen. Diese Fäden bestehen meist aus lockernebeneinander liegenden, selten verfilzten Bündeln von Bacillenfäden. Sobald diese Fäden die Gelatineoberfläche durchbrechen, tritt Verflüssigung ein.	Vom Stichcanale aus dringen zahlreiche feine Härchen in die Gelatine und alsbald tritt Verflüssigung ein.	Weisse, langsam wachsende, schleimige Auflagerung.	Selten gefunden im klin. Hospitale Zimmer Nr. 70.
14. Bacillus subtilis (Ehrenberg). Dreimal so lange als dicke Bacillen mit abgerundeten Enden mit langen Cilien versehen. Bilden Scheinfäden.	Schnell verflüssigende Colonieen mit weissem Inhalte und Strahlenkranze. Vergrössert, gelbbraun gefärbt und mit unregelmässigem Rande versehen.	An der Oberfläche und längs des Stichcanals wachsende, rasch verflüssigende Pilzmassen.	Gelblichweisser, feuchter Belag. Dieser ist Anfangs glatt und wird später körnig.	Neben Proteus vulgaris in den Luftproben der Nebelatmosphäre.
15. Wurzelbacillus. Kurze, mit abgerundeten Enden versehene, 3 mal so lange als dicke Bacillen, wenig beweglich, oft zu langen Scheinfäden vereint. Mittelständige Sporenbildung.	Nach 2 Tagen weisse, einem Pilzmycel ähnliche Colonieen, welche die Gelatine verflüssigen. Vergrössert erkennt man, dass die Colonie aus einem verschlungenen Netze von Fäden besteht.	Um den Impfstich zahlreiche Fortsätze und verästelte Ausläufer. Später rasche Verflüssigung von der Oberfläche aus. Am Grunde krümliche Pilzmassen.	Langsam wachsender, weisslicher Belag.	Wurde einige Male sowohl im Freien, als auch in Zimmer Nr. 70 d. kl. Hospitals bei Luft-Untersuchung erhalten.
16. Grüngelber Bacillus (Eisenberg). Kleine, schlanke, sehr bewegliche Bacillen. Sporenbildung.	Kleine rundliche Colonieen, die rasch schalenförmig verflüssigen. Bei schwacher Vergrösserung scharf gerändert und gelblich gefärbt. Die umgebende Gelatine zeigt grünliche Fluorescenz.	Oberflächenwachsthum, wenig längs des Stichcanals. Die Verflüssigung erfolgt sackartig längs des Stichcanals. Am Grunde sammelt sich eine weisse Pilzmasse an. Die angrenzende noch feste Gelatine fluorescirt grünlich-gelb (Uranglasähnlich).	Schmutzig-gelber, schleimiger Belag.	Selten gefunden.

Name, Entdecker, mikroskopische Beschreibung u. s. w.	Wachsthum			Bemerkungen
	auf Platten Pepton-Gelatine:	in Stichculturen Pepton-Gelatine:	auf Kartoffeln	
17. Bacillus mesentericus vulgatus (Flügge). Grosse Bacillen mit wackelnder Bewegung. Bilden Sporen und oft Scheinfäden.	Bläulich-weisse, fast durchsichtige Colonieen mit weissem Centrum. Sinken nach der Verflüssigung ein. Vergrössert, dunkle Scheiben mit rauhem Rande, gekörnt.	Anfangs trichterförmige Verflüssigung. Auf der Flüssigkeitsschicht befindet sich ein zartes weisses Häutchen, in der Flüssigkeit weisse Flocken, am Grunde des Verflüssigungstrichters dicke, flockige Massen.	Stark gefalteter dicker weisser Ueberzug, der sich über die ganze Fläche ausbreitet und in die Kartoffel hineinwuchert.	—
18. Fluorescirender Bacillus. Kurze Bacillen, die meistens dicker wie lang sind.	Die Anfangs grauweisse Colonie wird später gelbgrün, der weisse Punkt in der Mitte wird von einem weissen Hofe umgeben. Vergr. ganzrandige, innen körnige Colonieen. Mittelpunkt braun, der Rand hellgelb. Langsame Verflüssigung nach circa 8—10 Tagen.	Wachsthum analog den Plattenculturen.	Brauner Belag.	Mehrmals bei Luft-Untersuchungen im botanischen Garten gefunden.
19. Bacillus fluorescens liquefaciens (Flügge). Kurze, sehr lebhaft bewegliche Bacillen, die meist zu zweien aneinanderlagern. Ohne Sporenbildung. Aërob.	In der Tiefe weissliche Pünktchen. An der Oberfläche, 3 mm im Durchmesser grosse schnell verflüssigende Colonieen. Vergrössert sieht man eine unregelmässige Gestalt kreisförmig, später mit buchtiger Umrandung und scharfem Rande. Das Centrum ist dunkelbraun u. fein punktirt und wird von einer gelben, fein granulirten, dem Rande zu weisslich grauen und durchsichtigen Zone umgeben. Die Gelatine in der Umgebung der Colonie nimmt eine grünlich-gelbe fluorescirende Färbung an.	Zuerst ist der Stichcanal mit einer weissen zarten Auskleidung bedeckt. Die Verflüssigung beginnt trichterförmig. Am Boden des Verflüssigungstrichters sammeln sich die weissen wolkigen Pilzmassen. Die verflüssigte Gelatine zeigt schwache Fluorescenz, während die noch feste Gelatine stark fluoreszirt.	Die schleimige Auflagerung ist zuerst gelblichweiss, wird aber bald bräunlich und ist unregelmässig begrenzt.	Ziemlich häufig im klin. Hospitale Zimmer 70 Nr. 70 gefund., seltener im Freien.

Name, Entdecker, mikroskopische Beschreibung u. s. w.	Wachsthum			Bemerkungen
	auf Platten Pepton-Gelatine:	in Stichculturen Pepton-Gelatine:	auf Kartoffeln	
20. Bacillus tremelloïdes (Schottelius). Kleines Stäbchen 0,5—1 μ breit mit abgerundeten Enden, beweglich. Zähe Intercellularsubstanz. Aërob.	Glattrandige, gelbe Colonieen in der Tiefe. An der Oberfläche bilden sich Anfangs kleine, die Gelatine überragende gelbe Häufchen, die sich später nach allen Seiten hin ausbreiten. Bei schwacher Vergr. erscheint die Umrandung glatt, unregelmässig ausgebuchtet. Die einzelnen Bacillenhäufchen, aus denen die Colonie besteht, sind wolkenartig geballt aneinandergelagert. Allmähliche Verflüssigung.	Längs des Stichcanals körniges, gleichmässiges Wachsthum (bei fortgesetzter Züchtung in Pepton-Gelatine wird das Wachsthum verändert). Die kleinen zahlreichen differencirten Colon., welche den Stichcanal auskleiden, sind gelb bis gelb-braun. Nach 8—10 Tagen sinkt die Colonie ein und die Gelatine wird dickflüssig. Agar-Agar: Anfangs trockenes körniges Wachsthum längs des Impfstriches. Nach mehreren Tagen umgiebt sich die Colonie mit einem glänzenden schleimigen Rande.	Anfangs grobkörnige, krümliche gelbe Auflagerung.	Dieser nicht pathogene Spaltpilz wurde einige Male im Saal Nr. 70 des klin. Hospitals und einmal in der Luftprobe der Privatwohnung nachgewiesen.
Noch nicht beschriebene Bacterien.				
Bacillus Nr. 1. Sehr grosse Stäbchen mit abgerundeten Enden. Dem Heu- oder Milzbrandbacillus ähnlich.	Langsam verfl. graue, schleimige Colonie, dieselbe ist unregelmässig geformt. Vergrössert von gelblicher Farbe. Aërob.	Hellgelbe Colonie, Wachsthum längs des Stichcanales. Verflüssigung tritt nach ungefähr acht Tagen ein und erfolgt schalenförmig. Am Grunde des Verflüssigungsbehälters lagern sich gelbe Pilzmassen.	Matter weisslicher Belag von trockenem Aussehen.	Fand sich zweimal in der Luft der Privatwohnung. Nicht pathogen.
Bacillus Nr. 2. Feine kleine Stäbchen, etwas beweglich, Zooglöa bildend.	Gelbliche Colonieen, die stark verflüssigen und dann als weissgelbliche Haut auf der schalenförmig verfl. Gelatine liegen. Vom Centrum aus gehen feine Fäden an die Peripherie. Aërob.	Ohne charakteristisches Wachsthum, ganz den Platten analog.	Gelblichweisse, wenig ausgetrocknete Auflagerung, langsam wachsend.	Einmal in der Luftprobe des botanischen Gartens gefunden. Nicht pathogen.

Ueber die Behandlung diphtherieinficirter Meerschweinchen mit chemischen Präparaten.

Von

Dr. **Oscar Boer,**
Sanitätsrath.

Durch die Versuche von Behring war erwiesen, dass Meerschweinchen, die zu Folge den sonstigen Erfahrungen ohne eine Behandlung nach der Infection mit Diphtheriebacillen unfehlbar an typischer Meerschweinchen-Diphtherie spätestens in 30 Stunden sterben, mit grosser Sicherheit gerettet werden können, wenn alsbald nach der Infection eine locale Behandlung mit Jodtrichloridlösungen vorgenommen wird.

Bei dieser Behandlung müssen jedoch eine Reihe von unerwünschten Nebenwirkungen verzeichnet werden. — Es bildet sich an der Infectionsstelle eine beträchtliche Geschwulst, die theils durch die Wirkung des Jodtrichlorids, zum Theil aber auch durch das von den Diphtheriebacillen erzeugte Exsudat zu Stande kommt. Später nekrotisirt das Gewebe und es entsteht ein Schorf, unter welchem noch viele Wochen nach der Infection Eiter zu finden ist. Während dieser ganzen Zeit sind die Thiere krank und erst nach der Schorfabstossung und allmählichen Verheilung der meist grossen Geschwürsfläche werden die Meerschweinchen gesund. Aber selbst noch nach 2 bis 3 Monaten deuten grosse unbehaarte Flächen und starke Abmagerung auf die überstandene schwere Erkrankung.

Ich habe nun versucht, mit anderen Mitteln als dem Jodchlorid bessere Resultate zu erzielen.

Bei der Auswahl der zu prüfenden Mittel hielt ich mich zunächst an diejenigen, welche sich mir nach der bacteriologischen Vorprüfung am leistungsfähigsten gegenüber den Diphtheriebacillen erwiesen hatten.

Ich nenne das Sublimat, das Quecksilberoxycyanid, Sublimat mit Lithiumchloridzusatz; dann das Goldnatriumchlorid und das Goldkaliumcyanid; das Silbernitrat, die Carbolsäure, Kresol in Seifenlösung, Kreolin, Lysol, Naphthylamin, Cumol; ferner das von Stilling als Pyoktanin bezeichnete Methylviolett und das Malachitgrün.

Ausserdem habe ich aber eine grössere Anzahl desinficirend weniger wirksame Körper untersucht, sei es, weil dieselben in der Diphtherietherapie des Menschen eine Rolle gespielt haben oder noch spielen, sei es, dass aus anderen Gründen eine Prüfung wünschenswerth erachtet wurde.

So ist untersucht das Kali chloricum, die Zinkpräparate — Chlorzink, Zincum sulfuricum und Zincum aceticum —; das Cuprum sulfuricum, Natron arsenicosum, dann das Eisenchlorid, Ferricyankalium, Chlornatrium, Bromkalium, Jodkalium, jodsaure Kalium; endlich mehrere Säuren, wie die Essigsäure, Monochloressigsäure, Trichloressigsäure und die Oxalsäure. Auch einige neue Fluorverbindungen von Schuchardt aus Görlitz, die später genauer erwähnt werden, sind auf ihre Wirksamkeit geprüft.

Für die Versuchsanordnung waren die Erfahrungen massgebend, die Behring[1] mit dem Jodtrichlorid gemacht hatte. Es war constatirt worden, dass das Urtheil über den Erfolg der Behandlung am sichersten zu gewinnen ist, wenn Thiere vom subcutanen Gewebe aus so stark inficirt werden, dass sie darnach erfahrungsgemäss in spätestens 36 Stunden sterben; ferner hatte sich für die Behandlung am zweckmässigsten erwiesen, dass das Mittel in 1 bis 2 Procent wässeriger Lösung an drei auf einander folgenden Tagen subcutan an die Infectionsstelle eingespritzt wird; die Menge der einzuspritzenden Flüssigkeit richtete sich nach der Grösse der Meerschweinchen. Bei einem Körpergewicht unter 500 grm erhielten dieselben 2 ccm; grössere Thiere bekamen 3 bis 4 ccm. Auf das Durchschnittsgewicht von 500 grm wurden 2·5 ccm gerechnet. Für meine eigenen Experimente war vor Beginn und im Verlaufe derselben der Versuchsplan gemeinsam mit Stabsarzt Behring verabredet worden.

Die Dosirung der einzelnen Mittel wurde von der Giftigkeit derselben abhängig gemacht. Ich bestimmte durch Vorversuche die tödtliche Dosis und wählte dann für den ersten Versuch eine solche Dosis, die der tödtlichen nahe kam und für ein zweites eine um die Hälfte kleinere. (Es kam mir übrigens dabei sehr zu Statten, dass für viele Mittel die für Meerschweinchen tödtliche Dosis durch frühere Versuche von Behring schon bekannt war).

Die Art der Berechnung, welchen Procentgehalt die einzuspritzende Lösung enthalten musste, wird vielleicht am besten erkannt werden, wenn dieselbe an einem concreten Fall gezeigt wird.

Von der Carbolsäure war mir bekannt, dass dieselbe für Meerschweinchen bei subcutaner Injection tödtlich wirkt, wenn sie im Verhältniss von 1:4000 bis 1:3000 Körpergewicht eingespritzt wird. Die tödtliche Dosis für Meerschweinchen von 500 grm beträgt darnach ca. 0·125 grm; ich durfte darnach höchstens 0·1 grm auf einmal geben und diese 0·1 grm mussten enthalten sein in 2·5 ccm Wasser. Das ergiebt aber, wie man durch Rechnung leicht finden kann, ein Verhältniss von 1:25 = 4 Procent für die einmalige Application. Da jedoch die Carbolsäurelösung an drei auf einander folgenden Tagen injicirt werden sollte, so

[1] Behring, *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1890. Nr. 50.

liess sich erwarten, dass zur Vermeidung von Vergiftungserscheinungen eine schwächere Lösung gewählt werden musste.

In der That zeigte sich, dass Meerschweinchen von 500 grm höchstens 2 procentige Carbolsäurelösung ohne Schaden vertrugen, wenn dieselbe drei Tage hinter einander zu je 2·5 ccm eingespritzt wurde; und so wählte ich, um den Einfluss der Carbolsäure auf die Diphtherie zu studiren, für ein Thier eine 2 procentige Lösung, für ein zweites eine 1 procentige.

Wenn sich nun bei einem derartigen Vorversuch ergab, dass sowohl das mit der stärkeren, als das mit der schwächeren Lösung behandelte Thier an typischer Diphtherie und ebenso schnell starb wie das Controlthier, so betrachtete ich ein solches Mittel als zur Diphtheriebehandlung der Meerschweinchen gänzlich ungeeignet.

Genügten beide Lösungen, um die Thiere zu retten, so ging ich mit der Dosirung so weit herunter, bis die schwächste Lösung herausgefunden wurde, welche noch gerade genügte, um die Diphtherie zu heilen.

So fand ich beispielsweise, dass eine 1 procentige Carbolsäurelösung bei subcutaner Injection den Diphtherietod nicht zu verhindern im Stande war und ich brauchte daher nur noch die stärkeren Lösungen als die 1 procentige auf ihre Leistungsfähigkeit zu prüfen.

Nach einer grösseren Zahl von Versuchen kam ich zu dem Endresultat, dass die wirksamen Carbolsäurelösungen, d. h. solche, welche die deletären Folgen der Infection mit Diphtheriebacillen in Bouilloncultur aufzuheben im Stande sind, den für Meerschweinchen tödtlichen Dosen sehr nahe kommen, und dass kleinere Meerschweinchen mit Carbolsäure, wegen der Giftwirkung derselben, überhaupt nicht geheilt werden können.

Es ist bis jetzt von der Auswahl der Mittel, von ihrer Anwendungsweise und Dosirung, sowie von der Feststellung ihrer heilenden Leistungsfähigkeit eingehender die Rede gewesen. Ich muss nunmehr noch einen Punkt berühren, der für vergleichende Untersuchungen, wie ich sie ausführte, von grösster Wichtigkeit ist: die Art der Infection.

Für den Erfolg der Behandlung ist es nicht gleichgültig, ob die Infection, welche den Tod der Meerschweinchen in 24 bis 36 Stunden herbeiführt, durch Culturen bewirkt wird, die von festem oder flüssigem Nährboden herstammen. Um nach dieser Richtung gleichmässig zu verfahren, habe ich Bouillonculturen zur Infection verwendet; aber auch was diese angeht, muss man zur Erlangung einwandsfreier Resultate noch eine Reihe von Cautelen beobachten.

Die von mir verwendeten Diphtheriebacillen, welche von der Membran eines im Januar cr. an Diphtherie verstorbenen Kindes herstammen, wachsen in Bouillon sehr gut und zwar sowohl in alkalischer, wie in

neutraler und saurer; in letzterer noch bei einem Säuregehalt, der auf Normalsäure berechnet, 9 ccm Normalsäure pro 1 Liter Bouillon beträgt. Eine dauernde Veränderung der Virulenz wurde nirgends bis jetzt beobachtet; wenn z. B. nach drei Wochen langem Wachsthum in alkalischer, neutraler oder saurer Bouillon eine Ueberimpfung auf frische alkalische Bouillon vorgenommen wurde, so konnte ein Unterschied in der Virulenz nicht constatirt werden.

Dagegen ist die Beschaffenheit des Nährbodens von Einfluss auf die infectiösen Eigenschaften der Diphtheriebacillen, so lange dieselben unter dem Einfluss derjenigen Substanzen stehen, die den Nährboden zusammensetzen.

So ist man im Stande, die Virulenz sehr erheblich zu verändern, wenn chemische Körper irgend welcher Art in solcher Menge zugesetzt werden, dass die vegetativen Eigenschaften der Diphtheriebacillen dadurch beeinträchtigt werden.

In diese Kategorie müssen wir auch einen stärkeren Alkali- und Säuregehalt rechnen.

Aber nicht bloss absichtlich zugesetzte Stoffe sind zu berücksichtigen. Durch die Diphtheriebacillen selbst werden Producte in der Bouillon angehäuft, welche einen sehr grossen Einfluss auf die Virulenz der Culturen ausüben und die schliesslich sogar die Diphtheriebacillen abtödten.

So wurden in sechs Bouillonculturen, die nach 8 monatlichem Stehen im Brütschrank untersucht wurden, nirgends mehr lebende Bacillen gefunden. In vier Reagensculturen, die $4^1/_2$ Monat bei Brüttemperatur gehalten waren, konnte nur aus einem Glase eine frische Cultur gewonnen werden und auch bei diesem erst, nachdem die ganze Culturmenge (4 ccm) in einem Kölbchen mit 50 ccm frischer Bouillon aufgenommen wurde.

Andere Culturen, namentlich solche, welche längere Zeit ausserhalb des Brütschranks bei Zimmertemperatur gestanden hatten, wurden noch nach fünf Monaten lebensfähig gefunden.

Keine dieser Culturen hatte aber eine Abschwächung derart erlitten, dass die frisch daraus gezüchteten Bacillen weniger virulent gewesen wären.

Aber schon nach 3 bis 4 Wochen, wenn die obersten Schichten der Bouilloncultur sich zu klären beginnen, lässt sich erst mit grösserer Culturmenge eine gleich wirksame Infection erzielen, wie wenn man frische Culturen wählt, und hier wiederum sind 2 bis 3 tägige Culturen stärker wirksam, als 24 Stunden alte.

Um gut vergleichbare Resultate zu bekommen, wurden nun stets solche Culturen zur Impfung genommen, die zwei Tage lang im Brütschrank

gewachsen waren und zwar in einer Bouillon von 6 bis 8 ccm Normallauge pro Liter.

Die Meerschweinchen erkranken nach Impfung mit 0·2 bis 0·25 ccm in weniger als 24 Stunden; das Fell wird struppig und weniger glatt und wenn man die Thiere in die Hand nimmt, so fühlen sie sich kalt und schlaff an; auf den Rücken gelegt, bleiben sie eine Zeit unbeholfen liegen und sind nicht im Stande, sich schnell wieder auf die Beine zu bringen. An der Infectionsstelle fühlt man bei sorgfältigem Betasten ein weiches Oedem, welches in manchen Fällen zu einer etwas pralleren Geschwulst sich ausbildet; sehr oft aber lässt sich lokal nichts besonders Auffälliges entdecken, und zwar ist das um so regelmässiger der Fall, je schneller der Krankheitsprocess abläuft. Nach 30 Stunden sind die Thiere in der Regel todt.

Hat man dagegen alte Culturen zur Impfung verwendet, so ist der Krankheitsverlauf protrahirter und noch ein anderer Unterschied im Verhalten der Thiere tritt dabei sehr regelmässig zu Tage: An der Infectionsstelle bildet sich eine pralle Geschwulst, oder eine ganz hart sich anfühlende Infiltration.

Trotzdem nun der Krankheitsverlauf der mit frischen Culturen geimpften Meerschweinchen viel acuter ist als bei den mit alten Culturen geimpften, so habe ich doch für mehrere Mittel feststellen können, dass die Heilung der ersteren leichter gelingt als die der letzteren.

Wenn wir uns jetzt zu unseren Versuchsresultaten wenden, so wollen wir zunächst diejenigen Mittel erwähnen, welche einen günstigen Einfluss auf den Verlauf der Diphtherieinfection gar nicht gehabt haben.

Hierhin gehören aus der anorganischen Chemie folgende Salze:

Natr. jodat., Natr. chlorat. Kal. jodat., Kal. bromat., Kali chloricum, Natr. arsenicosum.

Von Mitteln aus der organischen Chemie:

Monochloressigsäure und die Farbstoffe Malachitgrün und Methylviolett, das Cumol, Ergotin, Pilocarpin und Kal. cantharidatum.

Die in der oben beschriebenen Weise behandelten Thiere starben zugleich oder kurze Zeit nach dem Controlthiere. Bei der Anwendung einiger Präparate, als Ergotin, Pilocarpin, der Farbstoffe, trat der Tod sogar noch früher ein, als bei dem Controlthiere.

Wegen allzu grosser Giftigkeit bei einer nur einigermassen auf den Krankheitsprocess einwirkenden Dosis wurden bald ausgeschlossen und als ungeeignet erklärt, das Goldkaliumcyanid, Argent. nitricum und die Carbolsäure. Die letztere schien allerdings, wie bereits vorher erörtet, in einigen Fällen verwendbar zu sein, rief dann aber bei wiederholter An-

wendung Carbolkrämpfe und andere Intoxicationserscheinungen hervor, denen die Thiere erlagen. Von den Hg-Präparaten wurden Oxycyanid, Sublimat, Sublimatlithumchlorid verwendet. Während die letzteren beiden Präparate sich der Infection gegenüber in kleineren Dosen wirkungslos, in grösseren für den Organismus zu giftig erwiesen, wurde mit dem Oxycyanid in einigen Fällen der Tod verhindert. Jedoch eine zuverlässige Wirkung ist auch von diesem Präparat nicht zu erwarten.

Bei Anwendung des Liq. ferri sesquichlorati, welches den Culturen gegenüber als abtödtendes Mittel sich gut bewährt hat, traten bald störende Nebenwirkungen hervor. Obwohl dasselbe auf den Diphtherie-Process im Organismus einen günstigen Erfolg ausübt, so waren doch die durch das Präparat selbst hervorgerufenen Aetzwirkungen derartig, dass dieselben in vielen Fällen den Tod der Thiere herbeiführten.

Aehnlich verhielten sich andere Eisenpräparate z. B. Ferricyankalium. Essigsäure wirkte nur in starker Lösung (5 Procent) und ätzte ebenfalls, jedoch nach Abstossung des zuerst recht grossen Schorfes blieben die Thiere am Leben. Kleinere Dosen waren wirkungslos. Aehnlich verhielt sich die Monochloressigsäure, während die Trichloressigsäure bereits in 0·5 und 1 procentiger Lösung sich wirksam zeigte; einige damit behandelte Thiere sind dauernd am Leben geblieben.

Durch frühere Untersuchungen hatte Behring bereits festgestellt, dass Fluorverbindungen einen grossen antiseptischen Werth besitzen und ich hatte deshalb von diesen Methoden günstige Erfolge erhofft.

Von diesen Verbindungen werden verwendet das Cuprum fluoratum, Arsenfluorid, Zirconfluorkalium, Zinc. silico fluorat., Antimonnatriumfluorid, Kaliumantimonfluorid (Schuchardt).

Eine nennenswerthe therapeutische Leistung ist von keinem dieser Mittel zu rühmen. Das Arsenfluorid war wegen seiner Flüchtigkeit und giftigen Wirkung überhaupt nicht praktisch zu verwerthen. Von anderen Metallverbindungen erwies sich Cuprum sulfuricum ebenfalls als unbrauchbar.

Positive Heilresultate erhielt ich von dem bereits von Behring mit Erfolg verwendeten Jodtrichlorid; die Resultate waren die gleichen, wie Behring sie mitgetheilt hat.

Nächstdem sind als bestwirkende Mittel das Auronatriumchlorid und die Zinkpräparate zu nennen. Das Auronatriumchlorid wurde in einigen Fällen zur Vorbehandlung von Thieren, die später inficirt werden sollten, benutzt und zwar insofern mit Erfolg, als die Thiere viele Wochen später als die Controle starben. In der grösseren Zahl der Versuche erfolgte die locale Anwendung nach stattgehabter Infection. Bei Anwendung 1 bis 2 procentiger Lösungen wurde die Mehrzahl der Thiere geheilt.

Unter den günstig wirkenden Metallverbindungen sind dann das Zinc. sulfur., Zinc. acetic. und das Zinc. chloratum. zu nennen. Nicht ganz zuverlässig ist das Zinc. acetic., während Zinc. sulfur. in fast allen, Zinc. chlorat. in allen Fällen bei der von mir geübten methodischen Anwendung die Thiere am Leben erhielt, und zwar erhielten die Thiere von 0·25 proc. Lösungen 2 bis 3 Tage hintereinander 2 bis 3 ccm subcutan injicirt.

Die organische Chemie lieferte dann in dem Naphtylamin eine Verbindung, die unter gewissen Umständen den Krankheitsprocess günstig beeinflusste.

Es besteht jedoch ein Unterschied je nach der Art der Infection der Thiere. Nimmt man frisch gewachsene (1 tägige) Agarculturen, verreibt eine Platinöse voll in sterilisirtem Wasser oder in Bouillon und inficirt die Thiere derartig, dass die Controlthiere nach 20 bis 30 Stunden sterben, so ist man im Stande, Meerschweine durch locale Behandlung mit 1 procentiger Naphtylaminlösung am Leben zu erhalten. Es entsteht an der Infectionsstelle, nachdem zuerst eine teigige Geschwulst entstanden war, nach einiger Zeit Schorfbildung; der Schorf stösst sich schliesslich ab und nach Wochen oder Monaten tritt Heilung ein.

Bei einem derartig behandelten Thiere waren nach Wochen noch lebende Diphtheriebacillen nach Abstossung des Schorfes auf der eiternden Hautfläche vorhanden, die, obwohl für das betreffende Thier unschädlich, auf andere Meerschweinchen geimpft, dieselben in derselben Zeit tödteten, wie vollvirulente Bacillen.

Inficirt man die Thiere mit 2 tägigen Bouillonculturen, dann versagt die Wirkung des Naphtylamin häufig. Die Erklärung dieser differenten Wirkung ist darin zu suchen, dass eine Beeinflussung der Giftwirkung dem Mittel nicht zukommt, selbst nicht in gesättigter Lösung. Das Präparat (β-Naph. chlorhydrat) bringt, zu der Bouillon hinzugesetzt, einen Niederschlag hervor, durch welchen die Bacillen mit zu Boden gerissen und abgetödtet werden. Der Niederschlag entsteht wahrscheinlich dadurch, dass das saure Naphtylamin in der alkalischen Bouillon als unlösliches Präparat ausfällt.

Durch Abfiltriren eines derartigen Niederschlages erhält man in dem Filtrat das Diphtheriegift unverändert wirksam.

Die Section der an Diphtherie verendeten Controlthiere ergab stets die von anderen Autoren bereits mitgetheilten Resultate: Locale Entzündungserscheinungen an der Infectionsstelle, charakterisirt durch ödematöse Schwellung, Hyperämie, Adhäsionen und Schwartenbildung; in den Pleurasäcken mehr oder weniger serösen Erguss, in einigen Fällen 15 ccm und darüber. Ferner wurde in allen Fällen eine bräunliche bis tief dunkel-

braune Verfärbung der Nebennieren constatirt. Diese fehlte nur bei solchen Thieren, bei denen der Tod sehr schnell eintrat.

Bei der Behandlung mit Ergotin war zu bemerken, dass, auch wenn dasselbe nicht an der inficirten Stelle, sondern auf der anderen Seite des Thieres injicirt wurde, niemals die sonst fast ausnahmslos vorhandene teigige Infiltration an der Infectionsstelle zu constatiren war; bei den mit Farbstoffen und mit Quecksilberpräparaten behandelten Meerschweinchen fand ich sehr regelmässig ausgedehntes hämorrhagisches Hautödem.

War der Tod nicht durch die Diphtherie, sondern durch die Giftwirkung der Medikamente verursacht, dann waren die Symptome der Diphtherie wenig oder gar nicht nachzuweisen; vielmehr boten die Organe, speciell Leber, Milz, Darm u. s. w., die durch das Präparat an sich hervorgerufenen charakteristischen Veränderungen dar, je nachdem eben das Quecksilber, oder Silbernitrat, oder ein anderes Gift den lethalen Ausgang herbeigeführt hatte.

In dem serösen Pleuraerguss solcher Thiere, die an Diphtherie verendet waren, konnten Diphtheriebacillen mikroskopisch nicht nachgewiesen werden, ebenso wenig liessen sich Culturen aus der Flüssigkeit züchten. Die Injection dieses Pleuratranssudates in die Bauchhöhle vertrugen frische Meerschweinchen meist gut. Eine subcutane Injection von 10 bis 15 grm dieses Serums machte zwar einen Theil der so behandelten Thiere krank, doch trat auch häufig Genesung ein. Ein kleinerer Theil ging nach längerer Zeit zu Grunde; die Section ergab dann Leberverfettung, Nierenschwellung und andere Anzeichen einer chronischen Intoxication. Einspritzungen von Herzblut und mit Bouillon verriebenen Nebennieren war ohne jede Wirkung.

Bei den geheilten Thieren ging der Heilungsprocess derartig vor sich, dass an der Infectionsstelle ein Aetzschorf sich bildete, ganz gleich, ob die Thiere mit Jodtrichlorid, Goldnatriumchlorid, Essigsäure oder einem anderen Medikament behandelt waren. Dass es bei naphtylaminbehandelten Thieren gelang, von dem unter diesem Schorf vorhandenen Eiter neue Meerschweinchen tödtlich mit Diphtherie zu inficiren, ist bereits erwähnt worden; das gleiche wurde auch in einigen daraufhin untersuchten Fällen constatirt, die mit anderen Mitteln behandelt und geheilt waren.

Im Verlauf meiner Thierversuche stellten sich einige Male ungleichmässige Wirkungen selbst bei meinen besten Mitteln ein. Bei näherer Untersuchung ergab sich, dass den verwendeten Mitteln nur eine locale Einwirkung auf den Diphtherieprocess beigemessen werden darf, und dass daher in denjenigen Fällen, in welchen nicht direct an der Infectionsstelle local eingewirkt wurde, der Erfolg ein unzuverlässiger war. Es ist daher genau darauf zu achten, dass die Einverleibung des Mittels an

der inficirten Stelle nicht bloss bei der ersten Einspritzung, sondern auch bei den folgenden auf den Erkrankungsherd trifft.

Viele der geheilten Thiere wurden längere Zeit nach Ueberstehung der Krankheit auf Immunität geprüft. Die Thiere, bei denen noch irgend welche krankhaften Erscheinungen zu constatiren waren, gingen bei erneuter Infection ausnahmslos zu Grunde. Von den mit Auronatriumchlorid und Jodtrichlorid geheilten Thieren blieben einige dauernd immun. Von den Zinkthieren leistete nur eines einer erneuten Infection Widerstand. Die besten Resultate in Bezug auf die Immunisirung gegen Diphtherie lieferte die Goldbehandlung.

Wenn ich nun zum Schlusse das positive Resultat dieser Untersuchungen resumire, so ergiebt sich daraus die Möglichkeit, durch locale Behandlung mit einigen Präparaten, nämlich mit Jodtrichlorid, Chlorzink, Goldnatriumchlorid, unter gewissen Verhältnissen auch mit Naphtylamin und einigen anderen Mitteln diphtherieinficirte Meerschweinchen zu heilen, während alle ebenso inficirten aber nicht behandelten Thiere (ungefähr 80 Controlthiere) ausnahmlos innerhalb 20 bis 48 Stunden der Infection erlagen.

Eine ausgesprochene allgemeine Wirkung hat leider keines dieser Präparate gezeigt und auch die locale Behandlung hatte nur dann einen einigermassen sicheren Erfolg, wenn alsbald nach der Infection die Mittel applicirt wurden.

Für die Therapie des diphtheriekranken Menschen wird darnach mit denjenigen chemischen Mitteln, welche vorher besprochen wurden, nicht sehr viel geleistet werden können; die Thierexperimente weisen uns vielmehr darauf hin, nach anderen, specifisch wirksamen Mitteln zu suchen, welche vom Blut aus die kranken Stellen treffen und auf diese Weise eine allgemeine Wirkung ausüben.

Zur besseren Uebersicht habe ich noch die Resultate zahlenmässig in Tabellen zusammengestellt. Es enthält Tabelle I eine Anzahl der Präparate, bei denen in Colonne 1 die abtödtende Dosis der Mittel gegenüber den Diphtheriebacillen verzeichnet ist. Diese Zahlen geben an, in welchem Quantum Bouillon 1 grm des zu prüfenden Präparates genügte, um 24 Stunden gewachsene Culturen nach 24 Stunden im Brütschrank abzutödten.

Die 2. Colonne enthält diejenige Menge des Mittels verzeichnet, welche gerade genügte, den Tod des Thieres herbeizuführen, und zwar ist durch diese Zahlen ausgedrückt, für wieviel Gramm Körpergewicht 1 grm des zu prüfenden Mittels die lethale Minimaldosis abgiebt.[1]

Colonne 3 ergiebt den Procentgehalt der Lösungen und Colonne 4 den therapeutischen Werth. Die Zahl 0 entspricht keinem Heilwerth, während I den kleinsten und III den besten Erfolg verzeichnet.

[1] Behring, *Diese Zeitschrift.* 1890. Bd. IX. S. 457.

Tabelle I.

Präparate	1. Abtödtende Wirkung 24 Std. gew. Bouillonculturen nach 24 Std. Aufenthalt im Brütschrank	2. Lethale Minimaldosis berechnet zum Verhältniss d. Körpergew. der Thiere	3. Procentgehalt der Lösungen Procent	4. Heilwerth
Quecksilberoxycyanid	1 : 40 000	1 : 200 000	0·02	I
Sublimat	1 : 40 000	1 : 200 000	0·05	0
Auronatriumchlorid	1 : 1000	1 : 1800	1—1·5	II
Goldkaliumcyanid	1 : 3000	1 : 1 000 000	0·02	— (zu giftig)
Argent. nitricum	1 : 6000	1 : 4000	0·5	I
Carbolsäure	1 : 400	1 : 4000	1—2·5	I
Creolin	1 : 5000	1 : 700	1—2	0
Lysol	1 : 2500	1 : 2000—1500	1—2	0
Kresol	1 : 400	1 : 10 000	0·5—2	I
Jodtrichlorid	1 : 400	1 : 5000	1—2	II
Naphtylamin	1 : 400	1 : 4500	1	II—I
Zinc. chloratum	1 : 1000	1 : 1000	0·25—0·5	III
Eisenchlorid	1 : 800	1 : 400	0·5—1 auf Eisen berechn.	I

Tabelle II.

Präparate	1. Abtödtende Wirkung 24 Std. gew. Bouillonculturen nach 24 Std. Aufenthalt im Brütschrank	2. Procentgehalt der Lösungen	3. Heilwerth
Natr. arsenicos.	1 : 800	$^1/_{100}$ Normallösung	0
Malachytgrün.	1 : 10 000	1 % und 2 ‰	0
Methylviolett	1 : 3000	1 ‰	0
Zinc. sulfuri	1 : 500	0·25—0·5 Proc.	II—III
Zinc. acetic.	1 : 400	0·25—0·5 „	I—II
Cupr. sulfur.	1 : 1000	0·1—0·2 „	0—I
Cupr. fluoratum	1 : 1000	0·1—0·2 „	0
Zircon fluorkalium	1 : 200	0·1—0·2 „	0
Zinc. silico-fluoratum	1 : 500	0·1—0·2 „	0
Antimon natriumfluorid	1 : 1000	0·1—0·2 „	0
Kalium antimonfluorid	1 : 500	0·1—0·2 „	0
Arsenfluorid	1 : 5000 (sehr flüchtig)	0·1—0·2 „	0
Essigsäure	1 : 500	2—5 „	I
Monochloressigsäure	1 : 600	2 „	0
Trichloressigsäure	1 : 400	0·5—1 „	I—II

In Tabelle II sind diejenigen Präparate verzeichnet, bei denen die abtödtende Dosis in Colonne 1 in derselben Weise wie in Tabelle I berechnet ist. Colonne 2 giebt den Procentgehalt der Lösungen und Col. 3 den event. Heilwerth an.

Tabelle III enthält die Mittel, bei denen nur die lethale Minimaldosis angegeben ist, in Colonne 1 (vgl. Tab. I). Colonne 2 verzeichnet den Procentgehalt der Lösungen und zugleich die Dosis, die bei Meerschweinchen von 500 grm angewendet wurde, in Colonne 3 den event. therapeutischen Nutzen.

Tabelle III.

Präparate	1. Lethale Minimaldosis. zum Verhältniss des Körpergewichtes der Thiere	2. Procentgehalt der Lösungen und Dosis bei 500 grm Körpergewicht	3. Heilwerth
Ergotin	1 : 2000	10 %; 0·05—0·1 pr. dos.	0
Pilocarpin	1 : 12 000	0·1—0·05 %; 0·001—0·0005 pr. dos.	0
Kal. cantharidat. . . .	1 : 1 000 000	0·01 % ½ u. 1 Decimilligr. pr. dos.	0
Lithiumchloridsublimat	1 : 200 000	(0·1 Subl. : 0·5 Lith.) 0·05 %; 0·001 pr. dos.	0

In Tabelle IV ist von denjenigen Mitteln, die einen Heileffect überhaupt nicht gehabt haben (Col. 2), nur der Procentgehalt der angewendeten Lösungen verzeichnet (Col. 1).

Tabelle IV.

Präparate	1. Procentgehalt der Lösungen Procent	2. Heilwerth
Kal. chloricum	5	0
Kal. jodatum	10	0
Kal. bromatum	10	0
Natr. jodatum	10	0
Natr. chloratum . . .	5	0
Cumol	1	0
Oxalsäure	1	0
Ferricyankalium . . .	1 (auf Eisen berechnet.)	0

Fig 2 B.

Fig.2A.

Fig.3A.

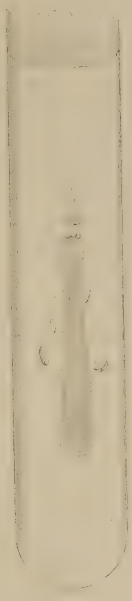


Fig.3 B.

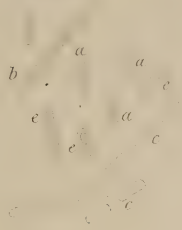


Fig.1A.

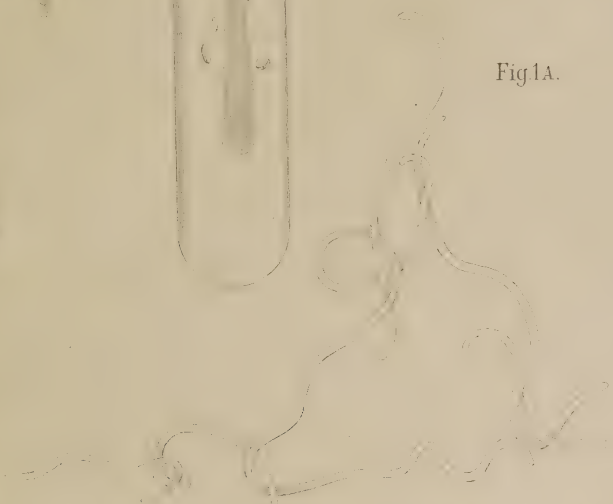


Fig.1B.

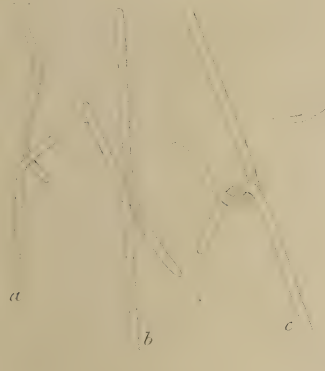


Fig.1E.

Fig.1C.

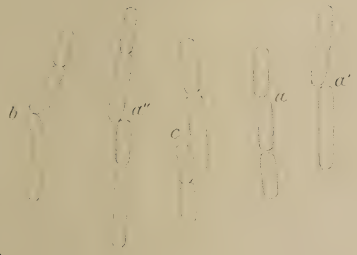


Fig.1D.

Lith. Anstv. E.A. Funke, Leipzig.

Verlag von Veit & Comp. in Leipzig

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 19[illegible]

Fig.1 A.

Fig.1 B.

Fig.2 B.

Fig.2 A.

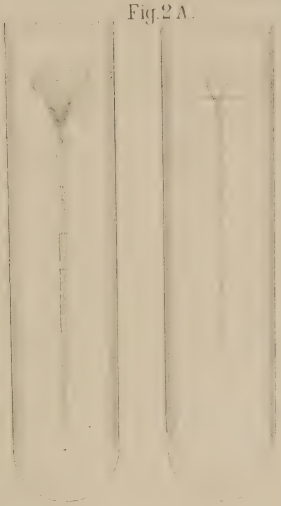


Fig.4 C.

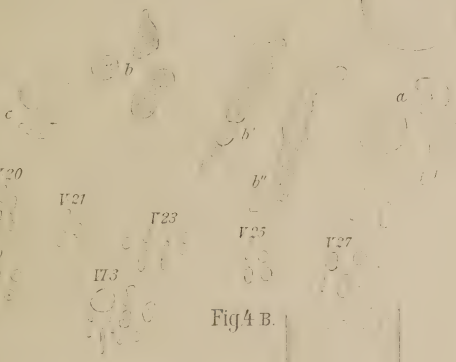


Fig.2 C.

Fig.4 B.

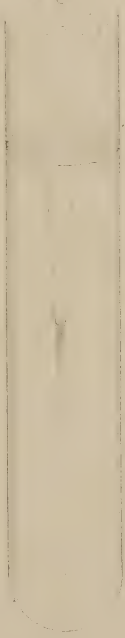


Fig.4 A.

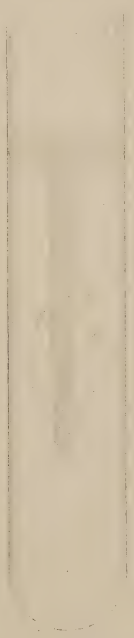
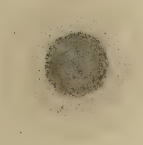


Fig.3 B.

Fig.3 C.

Fig.3 A.



Lith. Anst v. E. A. Funke Leipzig.

Verlag Veit & Comp. Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY 1925

[Aus der zoologischen Station zu Neapel.]

Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bacterien.

Von

H. L. Russell,
Madison, Wis. U. S. A.

(Hierzu Taf. XII u. XIII.)

Einleitung.

Während die Erforschung der Süsswasserbacterien im letzten Jahrzehnt grosse Fortschritte gemacht hat, lenkten die im Seewasser heimischen Formen nur in geringem Grade die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich. Der Grund hierfür ist wahrscheinlich der, dass letztere für die Hygiene und die sich rasch ausbildende pathologische Bacteriologie keine besondere praktische Bedeutung haben, aber trotzdem scheinen sie der Forschung ein ergiebiges Feld darzubieten. Die gesammte Bacteriologie ist eine neue Wissenschaft und jede Untersuchung, welche uns mehr Licht über die Morphologie und Biologie dieser Organismen zu geben verspricht, verdient sorgfältig durchgeführt zu werden. Dieses Studium ist nicht bloss von systematischem Interesse, sondern führt auch zu Problemen anderer Art. Es ist möglich, dass eine gründliche Untersuchung aller hier in Frage kommenden Formen und besonders jener der Tiefsee einiges Licht auf die bisher ungelöste Frage nach der Zersetzung der organischen Substanz in der Tiefsee werfen kann, und ebenso bieten die eigenthümlichen Bedingungen, unter denen die Tiefseeformen existiren Probleme dar, welche ebensowohl von systematischem wie von physiologischem Interesse sind.

Die vorliegende Arbeit, welche im bacteriologischen Laboratorium der zoologischen Station zu Neapel im Frühjahr und Anfang des Sommers dieses Jahres ausgeführt wurde, kann nicht für abgeschlossen erklärt werden, doch scheinen mir die gewonnenen Resultate genügenden Werth zu besitzen, um die Veröffentlichung der folgenden Seiten zu rechtfertigen. Meine Untersuchungen sollten eine quantitative Schätzung und qualitative Beschreibung sowohl der in den tieferen Wasserschichten, wie der im Schlamm verschiedener Tiefen enthaltenen Bacterien ergeben. Zwar bietet ein so wohl eingerichtetes Institut, wie die erwähnte zoologische Station, jede Bequemlichkeit, um eine lange Reihe von Untersuchungen durchzuführen, aber die Kürze der mir zur Verfügung stehenden Zeit möge erklären, warum meine Studien nicht erschöpfend sind. Besonders günstig ist die geographische Lage der zoologischen Station auch für die Erforschung der in grösseren Tiefen lebenden Formen; hat schon der Golf von Neapel Flächen von ziemlich bedeutender Tiefe, so ist die plötzliche und starke Senkung, welche der Meeresboden in der Nähe der Insel Capri aufweist, dem Studium der tieferen Meeresschichten besonders günstig. An dieser Stelle senkt sich der Meeresboden innerhalb weniger Kilometer vom Lande bis zu der Tiefe von 1500 m. Die Mehrzahl der Beobachtungen wurden in geringeren Tiefen angestellt, da für das Beste gehalten werden musste, zunächst mit den daselbst lebenden bequem zu erlangenden Formen bekannt zu werden, ehe sich die Untersuchung den tieferen Wasserschichten zuwandte. Forschungen in grösseren Tiefen wurden von Zeit zu Zeit angestellt, wenn sich eine Gelegenheit bot, um die Allgemeinheit der Verbreitung von Bacterien zu ermitteln.

Ich fühle mich verpflichtet, an dieser Stelle Hrn. Geheimrath Prof. Dr. Dohrn meinen aufrichtigen Dank auszusprechen für die sich gleichbleibende Liebenswürdigkeit, mit der er mir alles zur Verfügung stellte, was mich in meinen Bestrebungen fördern konnte, ebenso danke ich auch Hrn. Dr. Kruse, dem Leiter der bacteriologischen Abtheilung, für seinen Rath und das Interesse, welches er meinen Arbeiten widmete.

So weit ich mich orientiren konnte, liegen noch keine Beobachtungen über das Leben der Bacterien in grösseren Tiefen der See vor; und haben die Forschungen, welche sich auf die oberflächlichen Meerwasserschichten erstreckten, dargethan, dass die Bacterien eine sehr geringe Rolle unter der Unmasse der im Ocean lebenden Organismen zu spielen scheinen. Die herrschende Ansicht scheint zu sein, dass das Meerwasser vermöge seines Salzgehaltes eine mehr oder minder desinficirende Eigenschaft besitzt, und dass es nicht nur frei von in ihm heimischen Bacterienformen

ist, sondern auch die Fähigkeit hat, Spaltpilze zu zerstören, oder wenigstens deren Entwickelung zu hemmen. Diese Idee, welche von der Fähigkeit des Salzwassers ausgeht, organische Gewebe zu conserviren, scheint keine hinreichende wissenschaftliche Begründung zu besitzen. Die Untersuchungen Forster's[1] über den Einfluss von Seesalz selbst in concentrirten Lösungen auf die Lebensfähigkeit der pathogenen Keime zeigen, dass letztere ziemlich lange in Salzlösungen zu leben vermögen. De Giaxa,[2] hier in Neapel, studirte den Einfluss von sowohl sterilisirtem wie nicht sterilisirtem Seewasser auf das Wachsthum von gewissen pathogenen Mikroorganismen. Er fand, dass sie nicht allein leben, sondern auch wachsen können im Meerwasser, welches frei von nicht pathogenen Formen ist, aber dass sie im Seewasser mit dem normalen Gehalt an Bacterien (er nahm seine Proben in der Nähe der Küste) nach längerer oder kürzerer Zeit in dem Kampfe um's Dasein mit besser für das Leben im Meer geeigneten Saprophyten erliegen.

Die gewöhnlichen Spaltpilze, welche im süssen Wasser und im Erdboden vorhanden sind, werden durch die Thätigkeit des Seewassers und der darin enthaltenen Mikroorganismen zerstört; Sanfelice[3] fand, dass der Bacteriengehalt des Seewassers mit der Entfernung von der Küste rasch abnimmt, obgleich er nicht durch qualitative Analyse feststellte, ob diese Abnahme an Bacterien auf Kosten der durch die Abfallstoffe hereingebrachten stattfand oder nicht, so schien ihm doch das Erstere am wahrscheinlichsten. Die Untersuchung, welche ich mit dem Oberflächenwasser fern von der Küste anstellte, zeigte, dass daselbst keine Bacterien zu finden sind, die dem Lande entstammen.

Die folgende Abhandlung beschäftigt sich hauptsächlich mit den Bacterien der tieferen Seewasserschichten und des darunter liegenden Schlammes. Analysen des Oberflächenwassers wurden nur zur Controle des Gehaltes der darunter liegenden Schichten gemacht.

Beschreibung der Apparate.

Der Apparat, welcher angewendet wurde, um Wasser aus einer bestimmten Tiefe zu bekommen, ist in folgender Weise hergestellt:[4] Er

[1] Forster, *Münchener medicinische Wochenschrift.* 1889. S. 497.

[2] de Giaxa, *diese Zeitschrift.* 1889. Bd. VI. S. 162.

[3] Sanfelice, *Estr. dal Boll. della Soc. d. nat. in Napoli 1889.*

[4] Der erste Gedanke eines ähnlichen Apparates rührt von Dr. Massea her. Derselbe nahm ein heisses Glasrohr, zog es rechtwinklig in eine feine Spitze aus und schmolz dieselbe zu, so lange das Rohr noch heiss war. Da man die einmal benutzten Rohre in diesem Falle nicht wieder verwenden kann, so würde man, da es sich um eine grosse Anzahl von Proben handelt, nach dieser Methode sehr viel Glas

besteht aus zwei Theilen, erstens aus einem Stativ, welches das zur Aufnahme des Wassers bestimmte Gefäss unbeweglich festhält, und zweitens aus diesem Gefäss selbst, das sowohl leicht sterilisirt, als in beliebiger Tiefe geöffnet werden kann. Der Halter ist eine flache, in der Mitte mit einem schmalen Schlitz versehene Eisenplatte, auf derselben ist eine mit Gummi ausgelegte Klammer befestigt, unter welcher ein eiserner Träger (*b*) für das Wassergefäss in dem Schlitz verschiebbar angebracht ist. Dadurch, dass der Träger verschiebbar ist, hat man den Vortheil, dass Gefässe von verschiedener Länge und also auch verschiedenem Inhalt angewendet werden können. Das Wasserrohr wird mit Hülfe einer Schraube in der Klammer (*a*) fest an seinem Platze gehalten. An dem Halter hängt ein mehrere Kilo schweres Gewicht, so dass derselbe fortwährend eine senkrechte Richtung beibehält. Das Wassergefäss besteht aus einer starken Glasröhre von 200 bis 300 ccm Inhalt, von der Art, wie man sie zum Versandt von Alkoholpräparaten gebraucht. Das Glasrohr wird so fest als möglich mit einem durchbohrten Gummipfropfen verschlossen. In der Oeffnung des Pfropfens sitzt ein rechtwinklig gebogenes, etwa 15 cm langes Glasröhrchen, dessen freier Schenkel an einer Stelle zu etwas geringerer Weite ausgezogen ist. Man verschliesst das offene Ende des Wassergefässes und beide Oeffnungen des Glasröhrchens mit Baumwolle und sterilisirt sie im Trockenschrank, den Gummipfropfen aber durch ein eine Stunde langes Eintauchen in Sublimat. Hierauf wäscht man den Gummistöpsel mit sterilisirtem destillirten Wasser aus, entfernt das Baumwollpfröpfchen aus dem kurzen Arme des kleinen Rohres und schiebt letzteres in jenen hinein. Um den Verschluss vollkommen luftdicht zu machen übergiesst man den Gummistöpsel mit heisser Wachslösung (Bienenwachs und Harz zu gleichen Theilen). Hierauf verbindet man das Glasröhrchen mit dem Aspirator einer Luftpumpe und macht das Gefäss bis zu dem gewünschten Grade luftleer. Für verhältnissmässig geringe Tiefen, weniger als 100 m, macht man die Gefässe so luftleer als möglich, für grössere Tiefen hingegen ist es vortheilhafter, die Luft bloss theilweise zu entfernen, weil

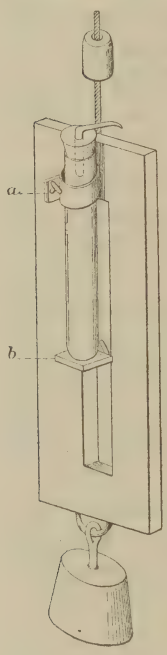


Fig. 1.

brauchen; auch glaube ich, dass dieselbe wegen des Mangels einer eingeschlossenen Luftblase keine Sicherheit dafür bietet, dass aus andern Tiefen noch Wasser in das Rohr eindringt. Meines Wissens hat Herr Dr. Massea mit dem Apparate nur Vorversuche angestellt, und weder die Construction derselben noch die damit gewonnenen Resultate veröffentlicht.

der Wasserdruck sonst oft stark genug wird, um das verhältnissmässig starke Rohr zusammenzudrücken. Um diese Schwierigkeit zu vermeiden empfiehlt es sich vielleicht, ein Rohr von Messing oder einem anderen dünn ausgearbeiteten Metall, welches leicht sterilisirt werden kann und welches dem äusseren Drucke gut widersteht, in Anwendung zu bringen.

Während die Luftpumpe noch thätig ist, schmilzt man das Glasröhrchen an der dünnen Stelle zu. So erhält man ein Gefäss, welches sowohl leicht sterilisirt, als in eine beliebige Tiefe gesenkt und in derselben geöffnet werden kann. Das Oeffnen des Gefässes wird in der Weise bewirkt, dass ein an der Leine herabgleitender Bleiring das dünne zugeschmolzene Ende des Glasröhrchens abbricht. Man wartet einige Augenblicke, bis sich das Gefäss in der bestimmten Tiefe soweit als möglich mit Wasser gefüllt hat, und zieht alsdann die Leine ein. In der Regel füllt sich das Gefäss zu $^2/_3$ bis $^3/_4$ mit Wasser, je nach dem Grade der Luftleere, und wenn es an die Oberfläche kam, steigen in dem Wasser in Folge des aufgehobenen starken Druckes zahlreiche Gasperlen auf. Man könnte denken, dass in diesen Apparat, da er, einmal geöffnet, sich nicht wieder schliesst, leicht aus den oberen Schichten des Wassers beim Aufziehen Verunreinigungen kämen, doch ist dies nicht der Fall. Die kleine Luftmenge, welche in dem Rohre eingeschlossen ist, kann nicht ganz entweichen, weil das Glasröhrchen oben ein Knie hat und ein Stück unter dem Gummipfropfen in das weite Rohr hineinragt. Da sich diese Luft bei dem abnehmenden Drucke in den oberen Wasserschichten immer mehr ausdehnt, so verhindert sie vollständig, dass noch Wasser in das einmal gefüllte Gefäss einströmt.

Mit diesem Apparate erhält man unter allen Bedingungen günstige Resultate und die Leichtigkeit, mit der er hergestellt und sterilisirt werden kann, empfiehlt ihn für diese Zwecke.

Apparat zur Gewinnung von Schlammproben.

Um Schlamm vom Meeresboden zu erhalten, wurde ein anderer Apparat zusammengestellt. Die relative Festigkeit des Schlammes gestattet die Anwendung einfach nach dem Principe der Bohrer hergestellter Instrumente, doch ist es schwierig einen auf dem Meeresboden befindlichen Apparat zu öffnen und zu schliessen. Der für diesen Zweck hergestellte Apparat dürfte wesentlich allen Ansprüchen genügen, obwohl er nicht in toto sterilisirt werden kann. Wenigstens glaube ich damit vollständig von fremden Bestandtheilen freie Schlammproben erhalten zu haben, welche nichts ausserdem enthielten, was wirklich in den Schlammschichten zu finden ist.

Zur Erleichterung des Verständnisses möge die beigefügte Skizze dienen. Zur Aufnahme des Schlammes dient ein gewöhnliches eisernes Rohr von kleinem Durchmesser (ca. 10 mm). Das untere Ende ist abgestutzt, so dass es leichter in den Boden eindringen kann, doch nicht so scharf, dass es bricht, oder sich biegt, wenn es auf eine steinige Fläche kommt. Das obere mit einem Schraubengewinde versehene Ende kann durch eine Kappe mit Muttergewinde nach Belieben geöffnet und geschlossen werden. Diese Kappe trägt ihrerseits oben einen Ventilverschluss mit Gummidichtung, dessen Bau die Skizze veranschaulicht. Der Ventilverschluss ist so eingerichtet, dass er sich beim Senken des Rohres öffnet, so dass das Wasser durch das Rohr strömen kann, und dass er durch den Wasserdruck beim Heraufziehen des mit Schlamm gefüllten Rohres sich schliesst, ein ferneres Eindringen von Wasser, und andererseits das Austreten des Schlammes verhindert. Die Dichte des Ventilverschlusses kann erhöht werden dadurch, dass eine ringförmige Vertiefung des Gummilagers mit einer ringförmigen Erhöhung der Kappe correspondirt. Diese Vorsicht ist indessen kaum nöthig, da die glatte Ventilscheibe schon dicht genug schliesst, um das Eintreten von Wasser beim Aufziehen des Apparates zu verhindern. Das für die Aufnahme des Schlammes bestimmte Rohr wird an eine Eisenstange befestigt, welche schwer genug sein muss, um den Apparat fortwährend in aufrechter Stellung zu erhalten und ihn beim Aufstossen auf den Grund sofort tief in den Schlamm einzudrücken. Wenn alles in Ordnung ist, so muss sich das Rohr durch einen einzigen Stoss auf den Boden beinahe oder ganz mit Schlamm von gewöhnlicher Consistenz füllen. Die Gewinnung einer Schlammprobe vermittelst einer Röhre von nicht mehr als 10 mm Durchmesser macht nur Schwierigkeiten, wenn reiner Kiesboden vorliegt. Gewöhnlich ist der Meeresboden mit einem ausserordentlich feinen, etwas klebrigen Schlamm bedeckt und in diesem Falle ist auch eine ziemlich starke Kiesbeimengung der Erlangung einer Bodenprobe nicht hinderlich. Aus einer Tiefe von wenigen Metern wo der Boden aus reinem Sand ohne Schlamm besteht, Material zu gewinnen, ist schwierig.

Fig. 2.

Das gewonnene Material wird nun in folgender Weise behandelt. Sobald der Apparat aus dem Wasser kommt, schraubt man die Kappe ab und schiebt vermittelst eines in die Röhre passenden Stempels den Schlamm so weit nach aussen, dass er wurstförmig 2 bis 3 cm über das untere Ende des Rohres hervorragt. Hierauf schneidet man dieses Ende des Schlammsäulchens, welches beim Aufziehen des Apparates in Berührung mit dem Wasser war, mit einem sterilisirten Messer ab, und bohrt

ein sterilisirtes Messingröhrchen von 2 bis 3 mm Durchmesser in die Mitte des übrigen, noch in der Metallröhre befindlichen Schlammes ein. Auf diese Weise bekommt man eine kleine Menge aus der Mitte der betreffenden Bodenprobe rasch und rein. Der Schlamm bildet immer ein ganz festes Säulchen, in dem sich natürlich die Bacterien viel schwieriger als in einer Flüssigkeit verbreiten können. Da sich durch das gefüllte Rohr kein Wasserstrom bewegt, so ist den Bacterien jede Möglichkeit der Verbreitung genommen, ausser der durch Diffusion und diese dürfte innerhalb von höchstens fünf Minuten nur sehr gering sein.

Untersuchungsmethode.

Zur Anwendung kamen die für die Untersuchung des Wassers gebräuchlichen Methoden. Aus den Tuben, welche das Meerwasser enthielten, wurde, nachdem sie behufs möglichster Vertheilung der Mikroorganismen tüchtig umgeschüttelt waren, mit Hülfe einer sterilisirten Pipette 0·5 ccm entnommen, mit Meerwassergelatine gemischt und hiermit in der gewöhnlichen Weise Platten hergestellt. Die Platten bleiben 48 Stunden in den feuchten Kammern eingeschlossen, um irgend welche Verunreinigungen aus der Luft so viel als möglich abzuhalten. Beim Zählen der Colonieen wurden die Platten unter sterilisirten Deckeln gehalten, und die Glasscheibe des Zählapparates wurde mit Sublimat sterilisirt. Bei Anwendung dieser Vorsichtsmassregeln wurde die Zahl der Verunreinigungen auf ein Minimum reducirt, und liessen sich bacterienfreie Platten oft zehn Tage und noch länger ohne irgend welche Verunreinigung erhalten.

Bei Bodenuntersuchungen, welche auch für Schlammdurchforschungen anwendbar sind, gehen die Meinungen darüber aus einander, welche Methode die besten Resultate giebt. Fränkel[1] sagt, dass man die besten Erfolge erzielt, wenn man die Bodenprobe direct mit der verflüssigten Gelatine mischt und das Esmarch'sche Rollverfahren anwendet. Beumer[2] und andere behaupten, dass man erst den Boden in keimfreiem Wasser aufschütteln muss, um die Mikroorganismen in der Gelatine gleichmässig vertheilen zu können. Meiner Meinung nach darf man nicht immer ein und dieselbe Methode anwenden, sondern muss die Qualität des Bodens und alle anderen Verhältnisse berücksichtigen, ehe man sich für den einen oder anderen Weg entscheidet, denn, wie Reimers[3] schon hervorgehoben

[1] Fränkel, *diese Zeitschrift.* Bd. I. S. 527.
[2] Beumer, *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 27.
[3] Reimers, *diese Zeitschrift.* Bd. VII. S. 307.

hat, mischt sich ein sandiger, leicht zerbröckelnder Boden sehr gut mit der Gelatine, während ein schlammiger, thoniger Boden zunächst in einer dünneren Flüssigkeit umgeschüttelt werden muss, ehe er sich hinreichend in der Gelatine vertheilen lässt.

Bei meinen Meeresbodenuntersuchungen war es selbst mit Hülfe eines sterilisirten Glasstabes unmöglich, den mehr oder minder klebrigen, thonigen Schlamm direct mit der Gelatine zu mischen und gleichmässig in letzterer zu vertheilen. Schüttelt man die Gelatine stark, so gerathen leicht viele Luftbläschen in sie hinein, die später ein genaues Zählen der Colonieen unmöglich machen. Aus diesem Grunde wendete ich die Verdünnungsmethode an und erhielt damit günstigere Resultate, obgleich dieselbe mehr Manipulationen erfordert, und folglich neue Fehlerquellen in die Untersuchung hineinbringt. Die Plattenmethode wurde wegen der Gleichförmigkeit der Untersuchung sowohl für das Wasser als auch für den Schlamm angewendet, die Herstellung Esmarch'scher Rollculturen aber wurde unmöglich gemacht durch die Gegenwart einer in dem Schlamm gewöhnlichen, die Gelatine sehr leicht verflüssigenden Species. Manchmal musste ich einen Tropfen eines Desinfectionsmittels zusetzen, um die rapide Entwickelung dieser Species so viel als möglich aufzuhalten. Als Maasseinheit benutzte ich ein bestimmtes Volumen, weil man damit leichter und im Ganzen ebenso zuverlässig arbeiten kann, als mit einem Gewicht. Mit Hülfe dieser Volumeneinheit konnte ich auch die Resultate der Schlammuntersuchungen mit denen des Wassers vergleichen.

Die Maasseinheit stellte ich mir auf folgende Weise her. Wie erwähnt, wurde der Schlamm aus dem eisernen Rohr mit Hülfe eines Messingröhrchens von 2 bis 3 mm Durchmesser entfernt. Besonders geeignet hierzu ist die kleinste Sorte eines Satzes von Korkbohrern, weil der scharfe, messerähnliche Rand dieselben befähigt in das Schlammsäulchen einzudringen, ohne dasselbe zusammenzudrücken und dieser letztere Umstand nothwendig ist, wenn das Volumen als Einheit benutzt werden soll. Dieses Instrument gestattet auch eine rasche Reinigung und Sterilisirung in der directen Flamme, wenn ein mehrmaliger Gebrauch verlangt wird. Der Inhalt des Korkbohrers kann leicht bestimmt und ein gewisser Längentheil von ihm als Einheit benutzt werden. Der Schlamm wird aus dem Bohrer mit Hülfe des für seine gewöhnliche Anwendung vorhandenen Stempels entfernt. Ich benutzte von der kleinen Schlammsäule eine gewisse Länge, und zwar 0·5 cm, welche ein Volumen von 0·05 ccm ergab, als Einheit. Indem man die Länge des Schlammsäulchenabschnittes ändert, erhält man leicht ein beliebiges Multiplum dieser Einheit. Die abgetheilte Schlammmenge wurde in 100 ccm fassende Erlenmeyer'sche Fläschchen, von denen jedes 25 ccm sterilisirtes destil-

lirtes Wasser enthielt, gebracht und mehrere Minuten tüchtig umgeschüttelt. Die Flüssigkeit wurde gewöhnlich mehr oder weniger trübe und wenn sich beim Klären unten Klümpchen bildeten, wurde die Feinheit des Niederschlages vergrössert durch Zerdrücken und Umrühren mit einem sterilisirten Glasstab. War die Vertheilung des Schlammes genügend weit gediehen, so wurden $0 \cdot 5^{ccm}$ von dieser Aufschwemmung mit Hülfe einer sterilisirten Pipette dem Gefäss entnommen und in derselben Weise wie die Wasserproben zu Platten verwendet. Hierdurch erhält man als Einheit für die Schlammuntersuchung $0 \cdot 001^{ccm}$.

Sucht man sich eine Einheit — sei es ein Volumen oder ein Gewicht — so ist es zunächst erforderlich, die Anzahl der in einer bestimmten Menge enthaltenen Keime annähernd zu bestimmen. Wenn man findet, dass die Platten Tausende von Colonieen enthalten, so ist natürlich unsere Einheit viel zu gross gewählt. Meiner Meinung nach erhält man die befriedigendsten und genauesten Resultate, wenn die Zahl der auf einer Platte befindlichen Colonieen höchstens wenige Hundert beträgt. Sind die Colonieen auf der Platte zu dicht bei einander, so hält es sehr schwer, selbst eine geringe Anzahl von Quadraten der Glasscheibe auszuzählen, und die Schätzung, welche man von dieser Basis aus macht, enthielt immer eine bedeutende Fehlerquelle. Es ist von vorn herein unwahrscheinlich, dass die verschiedenen, in dem Untersuchungsmaterial enthaltenen Arten dieselbe Wachsthumsgeschwindigkeit haben, ja sogar, dass die Theilungsfähigkeit der einzelnen Individuen derselben Species die gleiche ist. In einer ganz und gar überwucherten Platte, welche 2 bis 3 Tage hindurch nicht beobachtet wurde, bemerkt man von den langsam wachsenden Arten nichts. Gegen den starken Wasserzusatz kann eingewendet werden, dass dadurch die Möglichkeit Fehler zu begehen, vergrössert wird, aber ich glaube, dieser Einwand wird vollkommen widerlegt, wenn man auf verschiedenen Platten von der nämlichen Schlammprobe annähernd die gleiche Anzahl von Colonieen findet, denn man sieht daraus, dass die Bacterien in der gesammten Verdünnungsflüssigkeit durchaus gleichmässig vertheilt waren.

Die folgende Tabelle, welche Mittelwerthe von dünn gegossenen Platten angiebt, zeigt die Zunahme der Anzahl von Colonieen an auf einander folgenden Tagen. Es leuchtet ein, dass die starke Verdünnung auch für die Speciesbestimmung vortheilhaft ist. Das Wachsthum vieler Formen, und besonders das der Saprophyten, ist im Anfang nicht so charakteristisch, dass es möglich ist, die einzelnen Arten aus einander zu halten, bevor nicht die Colonieen einige Tage alt sind. Die gebräuchliche Methode der Wasseruntersuchung liefert im günstigsten Falle Näherungswerthe, indem die wirklich vorhandene Anzahl von Mikroorganismen stets

grösser sein wird, als die der gewachsenen Colonieen. Wenn man indessen immer nach derselben Methode vorgeht, bleibt die Fehlerquelle constant und die daraus gewonnenen relativen Angaben werden genauer.

Tabelle 1.

Datum der Herstellung der Platten	Material der Proben	Tiefe in Metern	Anzahl der Colonieen auf einander folgenden Tagen			
			23./V.	24./V.	25./V.	26./V.
21./V.	Schlamm	15	140	232	275	280
			108	212	249	265
21./V.	„	85	102	241	290	293
			96	215	278	278
21./V.	„	100	58	162	193	212
			65	153	168	188
21./V.	Wasser	$\frac{100}{100}$ [1]	4	8	11	15
			5	5	5	11
21./V.	„	$\frac{50}{100}$	5	10	20	37
			1	6	17	20
21./V.	„	$\frac{85}{85}$	19	29	32	37
			8	24	25	25
21./V.	„	$\frac{0}{100}$	22	30	31	42
			21	32	41	42
21./V.	„	$\frac{0}{85}$	51	66	70	98
			35	49	64	90

Die Bedingungen, unter denen die Bacterien des Meeresbodens und der Tiefsee existiren, sind so verschieden von denen, welche ihnen durch die für die Süsswasser-Formen gebräuchlichen Culturmethoden geboten werden, dass sie bei der nämlichen Untersuchungsweise procentuarisch mehr verlieren müssen als letztere. In den gewöhnlichen Culturen erhält man natürlich die vorhandenen aëroben Formen, in unserem Falle aber wird man Bacterien erwarten müssen, die bei der grossen Entfernung von der Atmosphäre anaërob oder wenigstens facultativ anaërob sind. Um die vorhandenen anaëroben Organismen zu ermitteln, wurden Culturen nach drei verschiedenen Methoden hergestellt. 1) In Erlenmeyer'schen Fläschchen, in welchen die Luft durch Wasserstoff ersetzt wurde, 2) in Reagensgläsern mit Pyrogalluslösung nach Buchner's Vorschrift, 3) auf Glasplatten, auf die, wie Sanfelice[2] empfiehlt, eine andere sterilisirte

[1] In den Bruchzahlen, welche in der Tiefenrubrik angegeben sind, bedeuten der Nenner die Meerestiefe an der betreffenden Stelle und der Zähler die Tiefe, aus der das Wasser geholt wurde.

[2] Sanfelice, *Atti della R. Acc. Med. di Roma.* Anno XVI. 1890. p. 378.

Glasplatte gelegt wurde. Diese letztere Untersuchungsweise wendete ich wegen ihrer Einfachheit am häufigsten an und liess, um den Luftzutritt zu verhindern, sterilisirte Gelatine um die Cultur herumfliessen. Als Nährboden benutzte ich Gelatine mit einem Zusatz von 1 Procent Traubenzucker oder ameisensaurem Natron. Um nun die in der Maasseinheit vorhandene Anzahl von Keimen zu ermitteln, darf man nicht die durch anaërobe und aërobe Culturen erhaltenen Colonieen zusammenzählen, weil es Bacterien giebt, die sowohl bei Luftzutritt wie bei Luftabschluss wachsen. Diese letzteren Formen kann man nicht nur in anaëroben und aëroben Platten beobachten, sondern auch in hohen Schichten-Culturen, in denen sie überall mit gleicher Ueppigkeit wachsen.

Ergebnisse der quantitativen Untersuchung.

Bei einer quantitativen Analyse der Meeresbacterien müssen sowohl die im Meeresboden wie die in den Oberflächenschichten lebenden berücksichtigt werden. A priori könnte man erwarten, dass die Schwerkraft auf die Bacterien denselben Einfluss ausübt wie auf irgend eine andere Materie, so dass die Zahl der Bacterien in den tieferen Wasserschichten zunehmen und auf dem Meeresboden am grössten sein müsste. Eine ziemlich bedeutende Anzahl von Analysen, welche mit Schlamm aus verschiedenen Tiefen und mit dem unmittelbar darüber befindlichen Wasser angestellt wurden, zeigte stets, dass der Bacteriengehalt des Schlammes weit grösser war als der des darüber befindlichen gleichen Wasservolumens. Die folgende Tabelle zeigt die Resultate dieser Analysen.

Tabelle 2.

Tiefe in Metern	Anzahl der Mikroorganismen, welche gefunden wurden in 1 ccm			
	Wasser	als Durchschnitt aus Proben	Schlamm	als Durchschnitt aus Proben
50	121	6	245 000	6
85	57	4	285 000	4
100	10	3	200 000	4
140	10	3	70 000	3
200	59	6	70 800	10
250	31	4	27 000	2
300	5	2	24 000	2
400	30	2	22 000	4
500	22	2	12 500	4
825	31	2	20 000	5
1100	—	—	24 000	5

Auf Grund dieser Ergebnisse muss man fragen, wodurch die Ueberzahl der Schlammbacterien erklärt werden kann? Auf diese Frage bieten sich verschiedene Antworten dar: Es kann nämlich die Zahl der Bodenbacterien vermehrt sein entweder durch eine allmähliche Ablagerung der darüber befindlichen Bacterien, sei es in einem vegetativen Stadium, oder sei es in Form von Sporen, oder durch das Wachsthum und die Vermehrung der Bacterien, welche im Schlamm selbst einheimisch sind, oder in dem endlich diese beiden Factoren sich vereinigen. Um die Richtigkeit der zuerst erwähnten Annahme zu prüfen, war es nöthig, sich über die Vertheilung der Bacterien in der gesammten Wassermenge Klarheit zu verschaffen. Aus vielen an Süsswasser angestellten Beobachtungen hat sich ergeben, dass die localen Schwankungen des Bacteriengehaltes immer so gross sind, dass nur aus einer umfassenden Anzahl von Analysen ein bestimmter Schluss auf seine Grösse gemacht werden kann. Ich habe jedenfalls zu wenig Bestimmungen ausgeführt, um ein abschliessendes Urtheil zu bieten, aber immerhin dürften meine Ergebnisse genügen, um zu zeigen, was wir zu erwarten haben; denn ich habe sowohl Wasserproben dicht unter der Oberfläche, wie von der Nähe des Grundes und von den mittleren Schichten auf ihren Bacteriengehalt untersucht.

Durch die Challenger Expedition[1] hat sich herausgestellt, dass sich die Seefauna in zwei verhältnissmässig gut getrennte Zonen theilt, die eine derselben belebt die Oberflächen- und die andere die Grundschichten des Meeres. Darnach würde es interessant sein, kennen zu lernen, in wie weit sich dieses Gesetz auch auf die Pflanzenwelt anwenden lässt. Natürlich können die höher organisirten Pflanzen und diejenigen, welche Chlorophyll besitzen, von der Tiefe an, wo das Licht fehlt, nicht mehr existiren. Wegen des Mangels der für ihre Existenz nothwendigen Bedingungen ist auch die grosse Mehrzahl der Pilze unfähig in der Tiefe zu gedeihen. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird der grössere Theil der in einer irgendwie bedeutenden Tiefe lebenden Pflanzen den Schizomycetes, und den anderen niedrig stehenden Gruppen angehören.

Aus der folgenden vergleichenden Tabelle 3 kann man nicht nur die verticale, sondern auch die horizontale Vertheilung der Bacterien ersehen.

Die Zahlen geben den Durchschnitt des Gehaltes an Mikroorganismen von allen in den verschiedenen Tiefen gemachten Analysen an. Aus diesen Resultaten kann man unmöglich auf irgend eine Gleichförmigkeit in der verticalen Vertheilung der Bacterien schliessen. Die Zahl der in einem Cubikcentimeter enthaltenen Spaltpilze ist immer so klein, dass dadurch die Fehlerquelle bei der Plattenpräparation sich derartig vergrössert, dass

[1] Uyville Thomson, *Voy. of the Challenger*. Vol. II. p. 352.

Tabelle 3.

Ueber die verticale und horizontale Vertheilung der Bacterien in dem untersuchten Meerwasser.

Seetiefe m	Entfernung vom Land km	Zahl der in 1 ccm Oberflächenwasser gefundenen Bacterien	Zahl der in den verschiedenen Tiefen gefundenen Bacterien							
			75 m	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	500 m	800 m
75	4	64	57	—	—	—	—	—	—	—
100	6	22	3	5	—	—	—	—	—	—
150	9	8	—	—	10	—	—	—	—	—
200	11	26	—	260	—	112	—	—	—	—
250	10	15	—	—	—	—	10	—	—	—
300	11	78	—	20	—	—	—	5	—	—
500	15	6	—	—	—	—	53	—	23	—
800	6	30	—	—	—	—	—	—	—	3

eine viel umfassendere Reihe von Untersuchungen angestellt werden müsste, um sehen zu können, ob irgend eine Regelmässigkeit der Vertheilung existirt. Die obige Tabelle zeigt, dass die Bacterien nicht wie die Thierwelt in gewissen Tiefen eine erhebliche Abnahme zeigen. Hinsichtlich der horizontalen Vertheilung in den Oberflächenschichten wird keine Regelmässigkeit mehr deutlich, wenn man über die Grenze der durch Landbacterien möglichen Verunreinigung hinaus ist. Sanfelice[1] und de Giaxa[2] haben beide eine rapide Abnahme der oberflächlich lebenden Keime entsprechend der Entfernung vom Lande constatirt, aber nicht über eine Distanz von 3 Kilometer hinaus. Aus meiner Tabelle, welche Analysen umfasst, die sich bis auf 15 Kilometer lange Entfernungen vom Lande erstrecken, erkennt man, dass die Zahl der in einem Cubikcentimeter enthaltenen Keime immer verhältnissmässig klein ist und mit der Entfernung vom Lande keine erhebliche Abnahme erfährt. Wie man sieht, habe ich bloss Beobachtungen aus einer Entfernung von wenigstens 4 Kilometer vom Lande angeführt, wo das Wasser 75 m tief war. Bis in diese Entfernungen gelangen vom Lande her für gewöhnlich keine Verunreinigungen, höchstens in Fällen von heftigen seewärts gehenden Stürmen.

Ferner geht aus der Tabelle 3 hervor, dass in den Grundwasserschichten der Bacteriengehalt nicht nach einer gewissen Regel zu schwanken und überhaupt durch die wechselnde Tiefe nicht besonders stark beeinflusst zu werden scheint; doch ist auch hier daran zu erinnern,

[1] Sanfelice, *Estr. dal. Boll. Soc. nat. in Napoli.* 1889.

[2] de Giaxa, a. a. O.

dass die Zahl der in einem Cubikcentimeter enthaltenen Keime zu klein ist, um etwas Genaues über den Einfluss der mit der Tiefe wechselnden Bedingungen zu sagen.

Was die Vertheilung der Bacterien im Meeresboden anlangt, so macht sich da ein grosser Unterschied bemerkbar.

Tabelle 2 zeigte, dass die Zahl der in 1 ccm Schlamm enthaltenen Keime ganz constant mit der wachsenden Tiefe abnahm. Diese Abnahme ist noch viel deutlicher in der unmittelbaren Nähe der Küste. Die Zunahme, welche sich für die Tiefen von 825 und 1100 m ergiebt, beweist nicht nothwendig, dass der Meeresboden in grösseren Tiefen dichter mit Bacterien durchsetzt ist, als in minder grossen. Die naturgemäss geringe

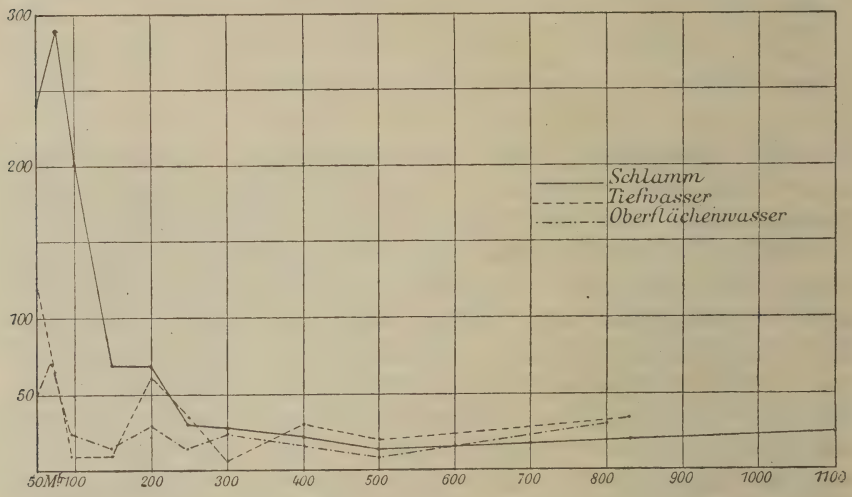


Fig. 3.
Tabelle der Vertheilung der Meerbacterien.

Anzahl von Beobachtungen wurde über eine möglichst grosse Fläche vertheilt, so dass sehr leicht die obigen Werthe durch locale Schwankungen des Bacteriengehaltes eine Aenderung erfahren können, doch bin ich überzeugt, dass im Grossen und Ganzen, da die Resultate der Einzelexperimente von den oben mitgetheilten Durchschnittszahlen sehr wenig abweichen, eine deutliche Abnahme der Schlammbacterien von der Küste nach grösseren Tiefen hin in der That stattfindet. Die Gesammtheit der durch meine Untersuchungen des Oberflächen- und Tiefenwassers sowohl wie der Schlammschichten gewonnenen Ergebnisse kann durch obige graphische Darstellung deutlicher gemacht werden. In der Figur 3 sind auf der Abscisse die Tiefen, beginnend mit 50 m, um die von der Küste her möglichen Verunreinigungen auszuschliessen, angegeben, und die Zahlen

an der Ordinate bedeuten den Bacteriengehalt per 1 ccm für das Oberflächen- und Tiefenwasser, während als Einheit für den Schlammgehalt $^1/_{1000}$ ccm genommen werden musste, um die Figur nicht unendlich hoch werden zu lassen. Man hat also, wenn man den Wasser- und Schlammgehalt vergleichen will, sich die Linie für letzteren 1000 Mal höher vorzustellen. Aus der Figur 3 geht hervor, dass die Abnahme der Bacterien im Schlamm sehr bedeutend im Vergleich zu jeder anderen Schwankung ist. Die Verschiedenheit des Bacteriengehaltes im Wasser ist nicht so gross, dass sie nicht durch locale Schwankungen veranlasst sein könnte, während die Abnahme der Keime im Schlamm auf keinen Fall hierdurch erklärt werden kann.

Die oben beschriebenen Untersuchungen über die Vertheilung der Mikroorganismen im Seewasser dürften genügen um zu zeigen, dass die Anzahl der im Wasser enthaltenen Bacterien nicht gross genug ist, um annehmen zu können, dass der Meeresboden seinen Reichthum an Spaltpilzen bloss dem darüber befindlichen Wasser verdankt.

Bei den qualitativen Untersuchungen des Schlammes findet man die Ursaches seines im Vergleich zu dem des Wassers enormen Bacteriengehaltes. Von den verschiedenen Formen, die ich isolirte, scheint mehr als die Hälfte nur im Schlamm zu leben. Von diesen specifischen Schlammformen können drei Arten schon makroskopisch durch ihre charakteristischen Plattencolonieen erkannt werden. Es zeigte sich, dass von den sämmtlichen, auf den Platten gewachsenen Colonieen wenigstens 35 Procent auf diese drei Formen kamen. Aller Wahrscheinlichkeit nach würde eine Anzahl von Arten, die in ihren Plattencolonieen nicht so leicht erkannt werden können, den angegebenen Procentsatz noch bedeutend vergrössern, so dass unzweifelhaft der grössere Theil der überhaupt im Schlamm gefundenen Bacterien von Formen herrührt, die wirklich in ihm heimisch sind.

Man könnte annehmen, dass wenigstens ein Theil der im Schlamme gefundenen Bacterien durch vom Lande stammende Abfallstoffe und dem Meere zuströmende Regen- und Flusswässer hineingebracht sein könnte. Für eine derartige Verschleppung sind die Bedingungen hier im Golf von Neapel besonders günstig wegen der Configuration des angrenzenden Festlandes und der Lage einer so bedeutenden Stadt, die all' ihre Schmutzwässer und Abfallstoffe in das Meer abführt. Ohne gründliche Studien dürfte es unmöglich sein zu bestimmen, welche Formen lediglich dem Schlamm angehören, und ob überhaupt einige Species dem Festlande angehören. Die folgenden Beobachtungen dürften auf die Frage nach der etwaigen Abstammung der Schlammbacterien vom Lande einiges Licht werfen.

Der Boden der Bucht von Neapel besitzt hier und da in verschiedenen Entfernungen vom Lande Erhebungen, welche bisweilen bis nahe an die Oberfläche reichen. Diese Untiefen (Secche) sind Kraterkegel von untermeerischen Vulcanen,[1] bestehen gewöhnlich aus Tuffmassen und besitzen eine reiche Fauna und Flora, welche ihnen für die biologischen Untersuchungen der Station einen besonderen Werth verleiht. Die Flora besteht hauptsächlich aus Kalkalgen (Lithothamnion, Lithophyllum u. s. w.), welche den Boden korallenähnlich, felsbildend überziehen. Auf den seichtesten Stellen war es wegen der steinigen Natur des Meeresbodens unmöglich, Material zu gewinnen, aber die Ränder dieser Bänke, an denen der Boden schlammig wird, lieferten Proben mit folgenden Resultaten.

	Tiefe m	Anzahl der Proben	Anzahl der Bacterien per Cubikcent.
Secca Benda Palumma	150	6	72 250
	180	4	69 500
Küste in der Nähe von Neapel	150	3	70 000

Die Bedingungen für das Bacterienleben sind in den beiden nebeneinandergestellten Fällen nahezu dieselben, sie differiren bloss hinsichtlich der Entfernung vom Lande, indem die Secca wenigstens 6—8 km von der Küste entfernt und rings von bedeutend tieferem Wasser umgeben ist. Es ist kaum wahrscheinlich, dass die an der Bank gefundenen Bacterien vom Festlande herrühren können. Die nächste Küste, das hohe, felsige Vorgebirge des Posilipp, bietet keine Möglichkeit für einen Wasserzufluss in die See dar, und die Bank, welche ganz ausserhalb des inneren Golfs von Neapel liegt, kann überhaupt schwerlich durch das umliegende Land beeinflusst werden. Zur weiteren Erhärtung dieses Punktes wurden Proben von zwei noch günstiger gelegenen Stellen genommen. Der eine dieser Punkte befindet sich südlich von der Insel Capri, in einer Entfernung von einem Kilometer von der felsigen, mehrere Hundert Fuss senkrecht aus dem Meere aufsteigenden Küste und besitzt eine Tiefe von 170 m, der andere ist ein Kegel, welcher sich zwischen Capri und Ischia, rings umgeben von einer mindestens 600 m tiefen Depression des Meeresbodens, bis zu einer Höhe von 180 m unter dem Meeresspiegel erhebt. Vom ersten dieser Punkte enthielt 1 ccm als Durchschnitt aus fünf Proben 81 000 Bacterien, während der zweite Punkt nur 13 000 per Cubikcentimeter lieferte. Im ersteren Falle waren die Bedingungen, soweit sie beobachtet werden

[1] Walther und Schirlitz, *Zeit. Deutsch. Geol. Ges.* 1886. II.

konnten, ähnlich denen von der Benda Palumma Secca und denen von der Küstennähe und dementsprechend scheint der Bacteriengehalt annähernd derselbe zu sein, als in der unmittelbaren Nähe der Stadt Neapel. Im zweiten Falle sind die gegebenen Bedingungen total verschieden: statt eines feinen, gelblichen Schlammes wie an den früheren Punkten liefert er einen groben, sandigen, von irgend welchem klebrigen Schleime vollständig freien Boden. In diesem Falle zeigte die Zahl der Mikroorganismen eine bedeutende Abnahme, die, wie ich glaube, hauptsächlich durch den Charakter des Meeresbodens bedingt wird, welcher kaum so nahrhaft sein dürfte, wie ein feiner, klebriger Schlamm.

Die beschriebenen drei Punkte können ihren Bacteriengehalt absolut nicht durch vom Lande zugeführtes Wasser erhalten haben und doch war die Zahl der Bacterien auf ihnen, vorausgesetzt, dass die sonstigen Bedingungen übereinstimmen, eben so gross wie in dem Boden unmittelbar an der Küste bei Neapel. Daraus dürfte weiter hervorgehen, dass selbst der Schlamm in der Nähe der Küste sehr wenig, wenn überhaupt etwas von seinem Bacteriengehalt vom Lande her bekommt.

Natürlich ist das nur mit gewissen Einschränkungen richtig, indem es bloss von dem in einiger Entfernung vom Lande befindlichen Schlamme gesagt werden darf, denn sicherlich werden alle die Keime, welche mit den Abfallstoffen in das Meer gebracht werden, nicht sofort vernichtet. Man darf annehmen, dass man in der Tiefe von 150 m keine durch Schmutzwässer u. s. w. bewirkten Verunreinigungen mehr vorfindet. Bei der qualitativen Untersuchung des Schlammes stellte sich heraus, dass selbst in geringerer Tiefe als 150 m die wenigen echten Schlammformen den grösseren Theil des Bacteriengehaltes ausmachten.

Die oben angeführten Resultate sind auch von einem anderen Gesichtspunkte aus betrachtet interessant, nämlich wegen der daraus sich ergebenden Schlüsse auf die Vertheilung des Bacterienlebens auf dem Meeresboden in verschiedenen Tiefen. Aus der Tabelle, durch die wir den Keimgehalt des Schlammes in verschiedenen Tiefen verglichen, sehen wir, dass sich derselbe per Cubikcentimeter deutlich vermindert, wenn wir von seichteren Stellen nach der Tiefe hin gehen, dass aber von einer Tiefe von 250 m an selbst bis 1100 m keine wesentliche Abnahme mehr stattfindet. Ob diese letztere Erfahrung etwa zu dem Gesetz verallgemeinert werden könnte, dass von einer gewissen Tiefe an die Bacterienvegetation des Meeresbodens keine Aenderung mehr erfährt, vielmehr im Grossen und Ganzen sich in denselben Grenzen hält, das zu entscheiden haben wir vorläufig kein Recht, da die Zahl meiner Einzelversuche nicht beträchtlich genug ist und wir über eine Tiefe von 1100 m nicht hinausgekommen sind.

Die Ursache des deutlichen Verschwindens der Mikroorganismen im Meeresboden von der Oberfläche bis zu einer gewissen Tiefe hin, ist eine Frage, welche durch die obigen Resultate aufgeworfen wird, der ich aber nicht genügend nachspüren konnte. Die Temperatur- und Ernährungsverhältnisse sind die beiden Hauptfactoren, welche das organische Leben beeinflussen, und auf die man daher zunächst seine Aufmerksamkeit zu lenken hat. Was den ersten Punkt anlangt, so sind wir in der glücklichen Lage, sagen zu können, dass für unseren Zweck genügend viele Beobachtungen über die Temperatur des Mittelmeeres gesammelt worden sind. Während in den grösseren Oceanen unseres Planeten die Temperatur von der Oberfläche nach der Tiefe stetig abnimmt, bietet das Mittelmeer vollständig andere Verhältnisse dar, indem daselbst von der Tiefe von 200 m an die Temperatur das ganze Jahr hindurch nahezu constant bleibt. Diese Temperatur des Tiefwassers entspricht der mittleren niedrigsten Wintertemperatur des Oberflächenwassers,[1] welche 13° C. beträgt, während für die Sommertemperatur 25—28° C. im Mittel angegeben werden. Die Untersuchungen der englischen Expedition „Porcupine“,[2] der italienischen des „Washington“[3] und der österreichischen der „Nola“[4] lieferten in diesem Punkte übereinstimmende Resultate. Die Ursache für diese auffallende Gleichartigkeit beruht auf der Isolation des Mittelmeeres von den allgemeinen oceanischen Strömungen. Da kein kaltes Wasser durch submarine Strömungen zugeführt werden kann, so wird die Temperatur nur durch die Wärmeausstrahlung und -Absorption an der Oberfläche beeinflusst, und dieselbe macht sich nicht auf mehr als 200 m Tiefe bemerkbar. Diese relativ hohe Temperatur von 13° C., würde gewiss die Entwickelung der Mehrzal der Saprophyten ermöglichen.

Was die Schwankungen in den Nahrungsverhältnissen anlangt, so liegen keine speciellen Angaben vor, aus denen wir sichere Schlüsse ziehen könnten. Nach meinen Befunden scheinen die Bacterien in dem klebrigen Schlamme üppiger zu wachsen als im kiesigen Sand. Nach den Untersuchungen der „Porcupine“ ist der Boden des ganzen Mittelmeeres mit einem ausserordentlich feinen Schlamme bedeckt, dessen Ursprung Carpenter von den Gewässern der Rhone und des Nil herleiten und der bewirkt, dass hier allenthalben die Nahrungsverhältnisse dieselben sein müssen.

Ueber den Einfluss des Druckes liegen noch keine übereinstimmenden Angaben vor. Nach Chauveau schwächt wachsender Druck den Milz-

---

[1] Boguslowski, *Tiefsee und ihre Boden- und Temperaturverhältnisse* S. 346.
[2] *Proc. Roy. Inst. Gt. Brit. Mch. 10.* 1871.
[3] Giglioli, *Estr. dagli atti del III. Cong. Geog. Internaz.* p. 36.
[4] *Ber. Akad. der Wissensch. in Wien.* Bd. XXVII. S. 206.

brandbacillus ab und tödtet ihn dann,[1] während Certes fand, dass Fäulnisserscheinungen noch unter einem Druck von 350—500 Atmosphären vor sich gehen.[2] Mir stand kein Apparat zur Verfügung und mangelte die Zeit, um mich mit dieser Frage beschäftigen zu können.

Ausser den oben erwähnten Factoren, könnten noch die verschiedenen Verhältnisse der eingeschlossenen Gase als andere wichtige Punkte in Frage kommen.

Die folgende Synopsis der Bedingungen, von denen man eine Beeinflussung des Wachsthums der Bacterien erwarten könnte, dürfte vielleicht die Abnahme der Meeresbacterien erklären. Der Einfluss des Druckes könnte verdeutlicht werden durch eine gerade schräg über ein Coordinatensystem verlaufende Linie, da wir ihn in unserem Falle als regelmässig und constant der Tiefe proportional wachsend annehmen dürfen. Die Ernährungbedingungen, die bei der Gleichförmigkeit des Bodens im offenen Meere überall dieselben sein werden, lassen sich als constante Grösse durch eine gerade horizontale Linie darstellen. Für die Schwankungen des Gasgehalts fehlen uns sichere Unterlagen. Eine Temperaturcurve würde mit der für die Mikroorganismenzahl so sehr übereinstimmen, dass die Wärme als vor allen Dingen bestimmender Factor erscheinen würde. Die Temperaturschwankungen in der wärmeren Jahreszeit hier im Mittelmeer sind ausserordentlich gross von der Oberfläche an bis zu einer Tiefe von 150—200 mm. Die Zahl der Bacterien (vgl. Tabelle 2 auf S. 175) nimmt erst bis zu etwa 250 m auffallend ab und bleibt dann ziemlich constant. Es ist nicht meine Absicht zu behaupten, dass die Bacterienanzahl absolut von der Temperatur abhängig wäre, mir schien vielmehr bloss eine Correlation zwischen beiden deutlich genug zu sein, um darauf hinzuweisen; für den Beweis der Richtigkeit dieser Annahme sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Die Gegenwart von im Schlamme einheimischen Formen in den verschiedenen Tiefen weist darauf hin, dass es Bacterien giebt, welche fähig sind, unter den relativ ungünstigen Bedingungen, denen sie daselbst unterworfen sind, sowohl zu leben, als auch zu wachsen, eine andere Erklärung für ihre Anwesenheit ist unmöglich, da sie weder in den auflagernden Wasserschichten sich finden, noch vom Lande hereingebracht sein können. Einen weiteren Anhaltspunkt erhalten wir, wenn wir der Frage nachgehen, ob die Schlammbacterien in dem vegetativen oder in dem resistenteren passiven Sporenzustand sind. Wenn wir einen bedeutenden Procentsatz in dem activen Wachsthumszustand finden, so sind wir be-

[1] Chauveau, *Compt. rend.* T. XCVIII. p. 314.
[2] Certes, *Compt. rend.* T. XCVIII. p. 690, 745. T. XCIX. p. 385.

rechtigt, dies als einen weiteren Beweis dafür aufzufassen, dass der Meeresboden von Mikroorganismen belebt wird, welche den daselbst gegebenen besonderen Existenzbedingungen so vollkommen angepasst sind, dass sie sowohl zu leben als auch zu wachsen vermögen unter Verhältnissen, welche im Allgemeinen für diese Classe verderblich sein würden. Um diesen Punkt klar zu legen, wurde eine Reihe von Experimenten angestellt.

Zunächst wurde der Wärmegrad ermittelt, bei dem einige der Schlammformen zu Grunde gehen. Ich nahm von einer 24 Stunden alten Bouilloncultur 1 ccm, mischte ihn mit sterilisirtem, destillirtem Wasser und erhitzte das Ganze verschieden lange in einem Wasserbade. Die drei gemeinsten echten Schlammbacterien (Bacillus limosus, Bacillus granulosus und Cladothrix intricata) gingen im Wachsthumszustande zu Grunde, wenn sie eine Stunde lang einer Temperatur von 68—70° C. ausgesetzt wurden, während Sporen tragende Culturen eine Stunde lang einer Temperatur von 80° C. widerstanden und später sich üppig entwickelten. Nachdem ich so die Lebensfähigkeit der gemeinsten Arten gefunden hatte, setzte ich direct Schlammproben einer Hitze von 80° C. im Wasserbade aus und machte von demselben Material Controlplatten, um die Wachsthumsstärke ohne vorhergehende Erhitzung zu bestimmen. Die folgende Zusammenfassung von Versuchen zeigt, welchen Einfluss die theilweise Sterilisation auf die Schlammaufschwemmungen hatte.

Datum	Tiefe in Metern	Colonieenzahl auf einer $^1/_{1000}$ ccm Schlamm enthaltenden Platte		Dauer der Erwärmung	Procentsatz der in veget. Zustand gefundenen Bacterien
		nicht der Wärme ausgesetzt	auf 80° erwärmt		
21./V.	15	280, 275	111, 135	1 Std. 30 Min.	59 Proc.
24./V.	85	263, 278	71, 91	1 „ 30 „	70 „
30./V.	100	212, 188	63, 74	1 „ 30 „	65 „
6./VI.	180	24, 30	10, 13	1 „	56 „
6./VI.	200	96, 100	40, 44	1 „	57 „
26./V.	400	14, 22	13, 14	1 „	23 „
26./V.	500	10, 15	10, 14	1 „	11 „

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass zwar ein guter Theil der Bacterien übrig bleibt, wenn man eine Temperatur einwirken lässt, die sicher genügt, um alle wachsenden Individuen zu tödten, dass aber doch der grössere Theil der vorhandenen Mikroorganismen sich in einem activen Entwickelungszustand befand, und dass die Dauerformen besonders zahlreich in den tieferen Schichten zu sein

scheinen. Mit voller Klarheit zeigt die Versuchsreihe, dass die Bacterien des Meeresbodens wenigstens bis zu einer gewissen Tiefe wohl zu vegetiren vermögen.

Ergebnisse der qualitativen Untersuchung.

Als ich die vorliegende Arbeit begann, beabsichtigte ich bloss, eine einfache quantitative Untersuchung der submarinen Bacterien anzustellen, aber das Auftreten einiger sonderbarer Formen im Schlamm zwang mich zu einem ausgedehnteren Studium auch in qualitativer Hinsicht.

De Giaxa giebt in seiner Arbeit über das Verhalten der pathogenen Bacterien gegen Meerwasser[1] eine kurze Beschreibung von sechs Arten, die er zahlreich an der Meeresoberfläche fand, aber es ist mir nicht gelungen, irgend eine von ihnen mit denen zu identificiren, die ich aus der Tiefe holte. Seine Beschreibung ist ziemlich kurz und ohne Abbildungen, trotzdem glaube ich, dass einige der Species, die ich fern der Küste an der Oberfläche fand, mit den seinen identisch sind. Die Zahl der Arten scheint nach meinen Untersuchungen des Meeresbodens nicht gross zu sein, obgleich, wie wir gesehen haben, die Zahl der Individuen durchaus nicht unbedeutend ist. Natürlich müssen weit ausgedehntere Untersuchungen angestellt werden, um den Reichthum des Meeresbodens an Arten zu ermitteln, aber der Umstand, dass ich einigen der unten beschriebenen Formen in sehr verschiedenen Tiefen immer begegnete, scheint mir anzudeuten, dass einige Species eine ganz allgemeine Verbreitung besitzen.

Gestalt und Structur der Bacterien.

Der grössere Theil der Bacterien, die ich aus dem Schlamm isolirt habe, gehörte zu den grossen Bacterienformen, in der Grösse vergleichbar mit dem Bac. subtilis und dem Bac. megaterium.

Eine andere bemerkenswerthe Eigenschaft ist das Auftreten von granulirtem Protoplasma. Ob diese Beschaffenheit dem Protoplasma in seinem natürlichen Zustande zukommt, oder ob dieselbe durch die Cultur der Bacterien in künstlichen Medien hervorgerufen ist, bin ich nicht im Stande zu sagen. Sie ist durchaus kein constantes Phänomen, und ist besonders bemerkbar in Culturen auf Agar oder Kartoffeln, wo die Bedingungen für die Entwickelung der Bacterien weniger günstig zu sein scheinen, als in flüssigen oder Gelatineculturen. In der Regel zeigen die Bacillen, welche zu Involutionsformen neigen, dies Charakteristicum am deutlichsten. Bei denselben zeigt das Protoplasma deutlich ein differentes

[1] de Giaxa, *diese Zeitschrift.* 1889. Bd. VI. S. 162.

Verhalten, bald sind nämlich die Körnchen derselben ganz gleichmässig vertheilt und bald ballen sie sich zu kleinen, körnigen Partikeln zusammen, so dass die Zelle besonders nach dem Rande hin mit rundlichen, bisweilen stark glänzenden Körperchen angefüllt ist. Diese Körperchen sind besonders deutlich bei Involutionsformen, die sehr häufig aufzutreten scheinen und zu deren Bildung die verschiedenen Arten der Meeresbacterien eine ausgesprochene Neigung besitzen. Manchmal ist es schwierig zu entscheiden, ob die Gebilde durch Involution oder durch Pleomorphismus hervorgerufen worden sind, doch soll davon später ausführlich gesprochen werden.

Die Formenreihe derselben Species auf verschiedenen Medien ist auch oft sehr gross, ja die Schwankungen sind oft derartig, dass man glauben möchte, die Culturen seien verunreinigt. Die meisten der isolirten Arten scheinen auf den gewöhnlichen künstlichen Nährböden ganz gut zu wachsen, besonders wenn deren Salzgehalt hinreichend vergrössert oder, was das beste ist, wenn zu ihrer Herstellung Meerwasser verwendet worden ist.

Verhalten der Bacterien gegen Temperatur.

Wie man von vornherein erwarten konnte, scheint der günstigste Temperaturgrad für das Wachsthum unserer Bacterien viel niedriger zu sein, als der für die terrestrischen Saprophyten, doch ist die Durchschnittstemperatur des Mittelmeeres immerhin verhältnissmässig hoch, indem sie das ganze Jahr hindurch nicht unter 13° C. sinkt. Die Maximaltemperatur des Wachsthums ermittelte ich nicht genau, aber eine Anzahl von Formen entwickelte sich bei 37° C. nicht. Die, welche im Brutschranke gediehen, wuchsen gleich gut auch in Zimmertemperatur.

Entwickelung auf künstlichen Nährböden.

Während die meisten der isolirten Arten sich auf allen angewandten künstlichen Nährböden üppig entwickelten, beschränkten sich einige auf dieses oder jenes Substrat. Das ist auffallend bei Saprophyten, die sonst in der Regel auf jedem nährenden Medium gut gedeihen, welches die für ihr Wachsthum nöthigen Stoffe zu liefern im Stande ist. In einem oder zwei Fällen ging die eben erwähnte Beschränkung auf den oder jenen Nährboden sogar noch weiter als bei den pathogenen Species, welche sich unter den Bedingungen der Saprophyten dürftig entwickeln. Da unsere Mikroorganismen ausgesprochene Saprophyten sind, muss es natürlich einen Nährboden geben, auf dem sie alle für ihre gute Entwickelung nothwendigen Verhältnisse finden, aber bis jetzt bin ich nicht im Stande

gewesen, sie auf einem derartigen Boden zu cultiviren. Hieraus geht hervor, wie vollständig sie sich ihrer Umgebung angepasst haben, und dass sie in ihrer Art und Weise zu wachsen ebenso eigenartig geworden sind, wie jene Formen, die lediglich im thierischen Körper die für ihre Entwickelung günstigen Verhältnisse vorfinden; offen bleibt indessen die Frage, ob diese Arten nicht durch ihre Cultur auf künstlichen Nährböden sich mit der Zeit ändern, so dass ihre saprophytische Tendenz an Ausdehnung gewinnt. Dies ereignet sich, wie wir wissen, bei pathogenen Formen, die, wenn sie auf künstlichen Nährböden gezüchtet werden, anfangs nur dürftig wachsen, aber bei fortgesetzter Cultur ihre parasitische in eine saprophytische Natur umzuwandeln scheinen. Die Cultur der Formen, die ich isolirt habe, erstreckt sich noch nicht über eine genügend lange Zeit, um zeigen zu können, ob sich die Bacterien an das gewöhnlich verwendete Nährmittel gewöhnen werden.

Verhalten der Bacterien gegen Gelatine.

Anlangend das Verhalten der verschiedenen Formen gegen Gelatine zeigt sich, dass, obwohl die meisten die Gelatine zu peptonisiren im Stande sind, die Mehrzahl dies nur sehr langsam bewirkt. Bisweilen wird die Gelatine vollständig ohne Zutritt von Luft umgesetzt, der bei den gewöhnlichen aërobischen Formen zur Gelatineverflüssigung meist nothwendig ist.

Pathogenität der Meeresbacterien.

Mit mehreren der verschiedenen Arten stellte ich Thierversuche an, aber nie liess sich irgend welche pathogene Tendenz beobachten, doch verwendete ich nur die im Laboratorium gewöhnlichen Thiere zu derartigen Versuchen und führte keine Experimente aus, welche die Einwirkung der Keime auf kaltblütige Thiere hätten demonstriren können. Dass einige der Arten keinen Einfluss auf warmblütige Thiere haben, kann man schon daraus schliessen, dass dieselben nicht im Brutschrank zu wachsen vermögen.

Verhalten der Bacterien gegen Sauerstoff.

Auffallend beim Studium der Mikroorganismen des Meeresbodens ist das gegenseitige Zahlenverhältniss der im Schlamm vorhandenen aëroben und anaëroben Formen. Man dürfte voraussetzen, dass die anaëroben Formen einen grossen Procentsatz der submarinen Bacterien ausmachen würden, doch ist das nicht der Fall. Stets wurden anaërobe Culturen bei jeder Versuchsreihe angelegt, aber nur in einem oder zwei Fällen

übertraf die Zahl der anaërob zur Entwickelung gelangten Colonieen die unter gewöhnlichen Verhältnissen gewachsenen oder gehörte, mit anderen Worten, die Mehrzahl der Colonieen zu der facultativ anaëroben Classe. Zwei entschieden anaërobe Species konnte ich isoliren, die eine verflüssigte die Gelatine, die andere nicht. Die Zahl der obligat anaëroben Bacterien stellte sich überraschend klein heraus, dafür war die Zahl der aëroben Formen, die zugleich eine anaërobe Tendenz besitzen, also die facultativ anaëroben, ganz bedeutend.

Ob die Verminderung des Sauerstoffgehaltes, die von der Oberfläche nach der Tiefe hin stattfindet, bedeutend genug ist, um das Wachsthum der anaëroben Bacterien zu beeinflussen, bleibt fraglich. Für gewöhnlich ist der O-Gehalt des Meeres in der Tiefe geringer als an der Oberfläche und ganz besonders müsste man dies als richtig annehmen, wo das Wasser theilweise stagnirt, wie hier in dem grossen Binnenmeer, doch weichen gerade die letzten Untersuchungen der chemischen Beschaffenheit des Bodens dieses Meeres von allen anderen ab, und wir kennen den relativen Gasgehalt des Tiefenwassers vom Mittelmeer noch nicht sicher. Der Boden des Mittelmeeres ist sehr arm an Thieren und es ist möglich, dass zwischen dem vielleicht doch geringen O-Gehalt und dieser Thatsache eine Beziehung besteht. Auf alle Fälle scheint die geringe Anzahl von anaëroben Bacterienarten im Tiefenwasser des Mittelmeeres festzustehen.

Vertheilung der verschiedenen Arten.

Was die Vertheilung der verschiedenen Arten anlangt, so werde ich dabei vorgreifend die von mir aufgestellte Speciesbezeichnung gebrauchen müssen, während ich die genauere Beschreibung dieser verschiedenen Arten im folgenden Abschnitte geben werde. Gleichzeitig mit der quantitativen Untersuchung suchte ich so viel als möglich über die qualitative Beschaffenheit der Bacterien Klarheit zu gewinnen. Die Schwierigkeit, alle auf den Plattenculturen vorhandenen Species makroskopisch zu erkennen, machte die qualitative Analyse mehr oder minder unvollständig. Viele Formen sind auch in den Anfangsstadien so wenig charakteristisch, dass ihre Trennung von anderen fast unmöglich ist. Als weitere Mittel für eine genauere Erkennung der Species wurden gewöhnlich hängende Tropfen und Deckglaspräparate angefertigt.

Das genaue Studium der Seefauna hat dargethan, dass die geographische Verbreitung der Thiere im Meere von der Wirksamkeit ähnlicher Gesetze abhängt, welche die Landfauna beherrschen. Die Vertheilung des Thierlebens in der See ist entschieden abhängig von der Natur des Meeresbodens und von den Verhältnissen, welche die Natur des Bodens zu ver-

ändern im Stande sind. Es ist bemerkenswerth, dass der enorme Druck, die absolute Dunkelheit, die differenten chemischen und physikalischen Verhältnisse, der schwankende Gasgehalt, die alle so äusserst verschiedene Ursachen haben, doch das thierische Leben nur in geringem Grade ändern.[1] Eine interessante Frage ist nun, in wie weit alle die verschiedenen Momente auf die Vertheilung der Bacterien einen Einfluss ausüben. Die Bestimmung der ganzen Classe der Bacterien in den verschiedenen Tiefen lässt sich leicht durchführen, aber die Bestimmung der Vertheilung einzelner Species bietet erheblich grössere Schwierigkeiten dar.

Von den weiter unten beschriebenen Bacterien, die dem Schlamm angehören, haben drei Species eine allgemeine Verbreitung, nämlich B. limosus, B. granulosus und Cladothrix intricata. Von diesen ist wieder B. granulosus der gemeinste und findet sich überall häufig von der Küste an bis zu 1100 m Tiefe, welche die untere Grenze meiner Forschungen angeben. In dieser letzteren Tiefe war B. granulosus die herrschende Art, so dass angenommen werden muss, dass er sich noch in bedeutend grösseren Tiefen findet. Vom Bacillus limosus, der sich leicht durch sein ausserordentlich rasches Wachsthum auf Gelatine erkennen liess, erreichte ich die untere Verbreitungsgrenze nicht, denn seine Colonieen fanden sich noch allgemein auf den Platten, welche mit Schlamm aus den grössten Tiefen hergestellt waren. Das Maximum ihrer Entwickelung erreicht diese Form indessen in der Nähe der Küste ebenso wie Cladothrix intricata, die dritte der allgemein verbreiteten Schlammformen. Diese letztere war auf den Platten mit Schlamm aus 1100 m Tiefe fast vollständig verschwunden; obgleich sie sich noch hier und da fand, konnte sie doch keine allgemeine Bewohnerin dieses Schlammes genannt werden. Von keiner der drei erwähnten Arten fanden sich Colonieen auf Platten, die mit Wasserproben hergestellt waren. Die anderen Species, von denen weiter unten ausführlich die Rede sein wird, waren verhältnissmässig viel weniger gemein.

Bacillus thalassophilus stellte sich als seltener Bewohner der litoralen und sublitoralen Schlammschichten dar und schien häufiger auf den anaërobischen Platten von Tiefseematerial aufzutreten. B. litoralis findet sich, wie sein Name andeutet, nur in der Nähe der Küste. Seine langsame Entwickelung auf Platten und das wenig charakteristische Aussehen seiner Colonieen erschweren die Feststellung der wirklichen Grenzen seines Wachsthums. B. halophilus fand sich nur in wenig Fällen. Seine Vorliebe für salzhaltige Medien zeigt, dass er zweifellos eine marine Form ist und die Schwierigkeit, mit der er sich auf unseren künstlichen Nähr-

[1] Thompson, *Voyage of the Challenger*. p. 331.

böden cultiviren lässt, macht ihn zu einem besonders interessanten Saprophyten.

Allgemein gesprochen sind alle eben erwähnten Formen fähig, sich innerhalb sehr weiter Grenzen zu entwickeln. Vier der sieben Arten, die ich genauer untersuchte, zeigten eine Verbreitung, deren verticale Grenzen mindestens 1100^{m} von einander entfernt liegen und bei einigen waren sie wahrscheinlich noch bedeutend weiter. Wenn wir bedenken, dass diese Tiefe bis zu einer Druckzunahme von weit über 100 Atmosphären reicht, so sehen wir, dass diese kleinsten Gebilde der lebenden Materie eine Anpassungsfähigkeit an ihre Umgebung besitzen, welche kaum ein höher entwickelter Organismus erreicht.

Die wenigen, unten beschriebenen Species erschöpfen durchaus nicht die Zahl der aus der See und ihrem Boden isolirten Arten. Aus Mangel an Zeit konnte ich nicht alle isolirten Formen genauer untersuchen und nahm die eben aufgeführten bloss als Repräsentanten der Classe im Allgemeinen, weil sie in verschiedener Hinsicht besonders eigenthümlich zu sein scheinen. Das von mir betretene Gebiet scheint ein reiches zu sein, nicht nur in Anbetracht der sich findenden Specieszahl, sondern auch wegen der Eigenthümlichkeiten, die viele dieser Bacterien vermöge der durch ihre Umgebung hervorgerufenen Modificationen darbieten. Hier will ich bloss die Morphologie einiger weniger Formen geben, später hoffe ich in der Lage zu sein, durch eingehendere Studien eine specielle biologische Charakteristik dieser Bacteriengruppe zu geben.

Bacillus thalassophilus.

Dieser Bacillus ist weit verbreitet und fand sich ganz allgemein in den Schlammculturen, wenn dieselben anaërob behandelt wurden. Im hängenden Tropfen zeigt er sich mikroskopisch als ein langsam beweglicher, schlanker Bacillus von wechselnder Länge, der sich gern zu Filamenten ohne sichtbare Theilgrenze vereinigt. In frischen Culturen färbt sich der Zellkörper in Ziehl's Lösung homogen und zeigt die verschiedenen Theilungsstadien ausserordentlich gut. In Löffler's Lösung und Fuchsin färbt er sich überhaupt nicht und alte Culturen nehmen auch in der Ziehl'schen Lösung nur wenig Farbe an, indem das Protoplasma von Vacuolen erfüllt, farblos, gleichsam degenerirt zu sein scheint. In alten Culturen bilden sich eigenthümliche Degenerationsproducte; so wurde in Gelatine oft eine Trommelschlägerform in verschiedenen Stadien beobachtet. Dieselbe war nie glänzend und war ebenso spärlich gefärbt wie der übrige Zellrest, so dass man sie nicht für eine Spore halten konnte. Echte endogene Sporen wurden indessen in Gelatineculturen gefunden,

dieselben waren mittel- oder endständig und sehr klein. In alten Agarculturen zeigten sich oft lange Filamente, deren Protoplasma, wenn es gefärbt war, entweder zusammenhängend oder in Micrococcusketten ähnliche Stücke zerbrochen zu sein schien.

Bei seinem Wachsthum auf Nährböden zeigt der Bacillus thalassophilus ausgesprochen anaërobe Eigenschaften. In Meerwassergelatine erscheinen am unteren Ende des Impfstiches nach 2 bis 3 Tagen Colonieen in Form von trüben Bläschen. Darüber kommen später neue Colonieen zum Vorschein bis sich schliesslich eine lange, unregelmässige, graue, halbdurchsichtige, flüssige, sackförmige Masse gebildet hat. Im oberen Theile dieses Sackes sammelt sich bald Gas an. Nach diesem Stadium wird die Gelatine sehr rasch flüssig, und zwar erreicht dieser Process bald die Wandung des Glasröhrchens, während er nach der Oberfläche hin nur sehr langsam fortschreitet. Diese vollständige Verflüssigung wird durch ein peptonisirendes Ferment hervorgebracht, welches seinerseits durch den Bacillus selbst gebildet wird und über die Grenzen des Bacterienwachsthums hinaus noch thätig ist. Schliesslich ist die ganze Gelatine peptonisirt, die vorher gleichmässig trübe Flüssigkeit setzt eine dicke klebrige Masse ab, so dass fast klare flüssige Gelatine mit wenige Detritus am Boden entsteht. Ein starker übler Geruch geht von der Cultur aus, doch ist derselbe nicht sehr charakteristisch, indem er bald an Fäces, bald an faulen Käse erinnert.

In Gelatine zwischen Doppelplatten erscheinen nach 2 bis 3 Tagen die ersten Colonieen. Unter schwacher Vergrösserung zeigen sie ein sehr dünnes Netzwerk von Filamenten. Diese Filamente durchdringen die Gelatine, aber bilden in ihrer Gesammtheit keine irgend wie bestimmte Gestalt. In den Colonieen bildet sich sehr viel Gas, und wenn man die eine Platte aufhebt, bemerkt man einen intensiven Geruch nach Skatol. Bald wachsen die einzelnen Colonieen zusammen und schliesslich wird die Gelatine bis an den Rand der Platte flüssig.

Auf Agar wächst der Bacillus im Laufe weniger Tage zwar dünn, aber deutlich sich abhebend, am Impfstich entlang 2 cm von der Oberfläche entfernt und nimmt im Laufe der ersten 10 Tage nur wenig an Ausdehnung zu.

Cladothrix intricata.

Dieser Mikroorganismus ist ein echter Schlammbewohner und fand sich nur in dem aus verschiedenen Tiefen heraufgeholten Schlamme des Meeresbodens. Er ist besonders interessant durch die eigenthümliche Art, in welcher die Zellen wachsen. Seine Art und Weise zu wachsen findet sich, so viel ich weiss, nur bei dem Genus Cladothrix, von dem Cladothrix

dichotoma das am besten bekannte Beispiel darbietet. Nach Hüppe und Zopf charakterisirt sich dieses Genus 1) durch die Production lediglich von Arthrosporen und 2) durch seine Pseudoverzweigung. Bei Cladothrix intricata fanden sich in Kartoffel- und Agarculturen auch echte Endosporen, die sich durchaus nicht von dem bei irgend einer anderen Bacterienform auftretenden Typus unterschieden. Auf diese Weise ähnelt unsere Species in der Art der Fortpflanzung dem Genus Bacillus (Theilungs- und Dauersporen) und in der Art des Wachsthums seiner Filamente dem Genus Cladothrix.

Mikroskopisch zeigt sich ein bedeutender Unterschied hinsichtlich der Gestalt, welche in den verschiedenen Culturmedien und in den verschiedenen Altersstufen zur Beobachtung kommt. Das normale Wachsthum scheint auf Gelatine stattzufinden. Auf derselben zeigen sich die scharf abgeschnittenen, schlanken, langen Zellen mit homogenem Inhalt zu langen Filamenten vereinigt, welche, wenn man mit Kühne's Carbolmethylblau färbt, die verschiedenen Zelltheilungsstadien ausgezeichnet erkennen lassen. In Kartoffelculturen sind die Zellen kürzer und abgerundet, und wenn die Cultur älter wird, theilen sich die einzelnen Zellen in mehrere kurze und plumpe, und schliesslich zeigt sich eine schlanke oblonge Spore in vielen der Theilstücke. Für gewöhnlich ist diese Species unbeweglich, doch gelang es hin und wieder eine deutliche Eigenbewegung zu beobachten. Er färbt sich in Anilinfarben leicht, und zwar tingirt ihn Fuchsin homogen, während Kühne's Blau besonders die Theilungserscheinungen deutlich macht.

Aussehen der Culturen.

Auf Gelatineplatten erscheinen die Colonieen schon nach 24 bis 36 Stunden, sie erscheinen dem blossen Auge wie junge, weisslich schimmernde Schimmelpilzcolonieen. Bei schwacher Vergrösserung zeigt das Innere der Colonieen ein dichtes Netzwerk von Fäden, von denen nach allen Richtungen eine Masse gekräuselter und zusammengedrehter Filamente ausgeht. Nach Aussen hin sind die Filamente bisweilen ziemlich gerade, aber bald winden sie sich zu spiraligen und verwickelten Gebilden zusammen oder verbinden sich zu geflochtenen oder gewebten, zopfartigen Massen, die sich über die Hauptcolonie hinaus ausbreiten. Die Colonieen verflüssigen die Gelatine rasch. Die sich ausbreitenden Fasern bilden eine in der Gelatine zusammenhängende filzige Masse. Diese rasch wachsenden Filamente besitzen ein sehr charakteristisches Aussehen und lassen sich nur in jungen Gelatinecolonieen leicht erkennen. Zu diesem Zwecke bedeckt man die oberflächlichen Colonieen mit einem Deckglas, so wie man bei der Herstellung sogenannter Klatschpräparate verfährt und kann

alsdann die äusseren Fäden auch mit starker Vergrösserung untersuchen. Wenn man eines der geraden Filamente beobachtet, so findet man in verschieden grossen Abständen scheinbar ein paar Zweige, von denen der eine gewöhnlich kürzer ist als der andere. Diese seitlichen Fäden sind nicht eigentlich Zweige, weil sie nicht als Sprossen aus dem Hauptfilament hervorkommen. Sie bilden sich auf folgende Weise: An verschiedenen Punkten des Fadens scheinen die Zellen ihre innige Verbindung aufzugeben und von den so getrennten Zellen schiebt sich eine an der anderen hin. Das intercalare Wachsthum, welches im ganzen Faden stattfindet, bewirkt, dass diese jetzt getrennten Enden abbiegen und in die Gelatine hineinwachsen. Das fernere Wachsthum dieser sogenannten „Zweige" macht sich im Allgemeinen mehr in acropetaler Richtung bemerklich. In der Anordnung der „Seitenzweige" ist keine Gesetzmässigkeit zu bemerken. Bisweilen liegen sie auf entgegengesetzten Seiten des Hauptfilaments, bisweilen auch beide auf einer Seite desselben. In letzterem Falle wachsen sie mitunter auch Seite an Seite weiter und wickeln sich spiralig um einander herum. Bei seinem weiteren Längenwachsthum hat der Hauptfaden auch die Neigung, spiralige Windungen zu bilden, so dass man alle Stadien von einem vibrionenartigen Faden bis zu einer dicht aufgerollten Spiralfeder beobachten kann. Die älteren Theile der Filamente verlieren die Fähigkeit Pseudozweige zu bilden niemals, so dass man oft am basalen Ende der Fäden derartige Gebilde entstehen sieht. Die Verzweigungsmethode in einem spiralig aufgerollten Faden zu verfolgen ist schwierig. Anstatt sich vom Mutterfilament in einem Winkel zu trennen wächst der junge Faden auch manchmal an ersterem entlang, so dass parallele oder zopfartig verflochtene Zellreihen entstehen, die besonders an der Oberfläche der Gelatine sich bis zu einer Länge von 2 cm ausbreiten und der Colonie ein höchst eigenthümliches Aussehen verleihen.

Aus der eben erklärten Art des Wachsthums geht hervor, dass diese Art sich an den Typus der Cladotricheen anschliesst, bei denen eine wirkliche Verzweigung nicht stattfindet.

In Gelatinestichculturen wächst Cladothrix intricata sehr rasch und schon nach 24 Stunden ist der Impfstich mit feingekräuselten Fädchen erfüllt, die horizontal nach allen Seiten hin in die Gelatine vordringen und nach oben hin zahlreicher sind als unten. Dieses Anfangsstadium erinnert an den sogenannten Wurzelbacillus mit seinem baumähnlichen Wachsthum. Die Gelatine an der Oberfläche wird rasch peptonisirt, und diese Verflüssigung schreitet in horizontalen Schichten allmählich bis an den Boden der Röhre fort.

Auf Kartoffeln ist das Wachsthum dieser Art nicht sehr charakteristisch. Immerhin wächst sie auf diesem Medium rasch zu einer

unregelmässigen mattweissen Masse heran, die aber nach drei Tagen nicht mehr sehr zunimmt.

Auf Agar bildet sich ein ziemlich reichlicher, aber dünner, mattweisser Belag, von dem aus feine Fäden in den Nährboden eindringen, welche das Wachsthum zu einem wohl charakterisirten machen.

In gewöhnlicher Bouillon ebensowohl als in Meerwasserbouillon bringt das üppige Wachsthum eine gallertartige Masse am Boden hervor, welche beim Schütteln in kleine Stücke bricht.

Der Salzgehalt des Nährbodens scheint auf das Wachsthum von Cladothrix intricata ohne allen Einfluss zu sein.

Bacillus granulosus.

Diese echte Schlammform scheint sehr weit verbreitet zu sein. Sie fand sich in grosser Anzahl in allen Schlammproben, die in unmittelbarer Nähe der Küste bis zu einer Tiefe von 1100 m genommen wurden. Morphologisch ist sie besonders interessant wegen der grossen Variabilität, welche sie zu besitzen scheint, und der sonderbaren anormalen Formen, die sie unter gewissen Umständen bildet. Obgleich sie nur im Schlamm heimisch und folglich eine marine Form zu sein scheint, wächst sie doch ebenso üppig auf gewöhnlichem Nährboden wie auf solchem, dessen NaCl-Gehalt ein höherer ist.

Mikroskopische Beschaffenheit.

Dieser Bacillus scheint sein normales Wachsthum am besten im hängenden Tropfen von Gelatineculturen zu zeigen. Daselbst wächst er zu langen, schlanken, kaum eingeschnürten Fäden aus, deren einzelne Glieder deutlich aus ziemlich grossen Bacillen mit dicker Membran und fein granulirtem Protoplasmainhalt bestehen. Deckglaspräparate zeigen die verschiedenen Stadien der Zelltheilung und selbst die ersten Anfänge derselben ausgezeichnet. Gewöhnlich besitzt der Bacillus keine Eigenbewegung, aber in Bouillonculturen im Brütschrank ist eine langsam schwingende Bewegung bemerklich. Werden die Culturen älter, so zerfallen die langen Fäden in kürzere unregelmässige Stücke, die Einzelindividuen bilden kürzere, plumpe Stäbchen und werden grobkörniger. Auf Agar und Kartoffeln zeigen die Fäden eine unregelmässige Entwickelung, welche später geradezu zur Bildung traubenartiger Aggregate führt. Diese Massen, die man zunächst für Involutions- oder Degenerationsproducte zu halten geneigt ist, sind doch fähig Sporen zu bilden. In allen Kartoffelculturen findet man diese traubigen Gebilde als eine Masse von kurzen, plumpen Zellen, deren jede eine stark glänzende Spore ein-

schliesst. Diese sonderbaren Zellen, welche oft viel breiter als lang sind, sowie es ihre Lage in dem Filament mit sich bringt, bilden das eine Extrem der Wuchsformen dieser Species, und da sie die Art sowohl durch Theilung wie durch Sporen fortpflanzen, können sie nicht als Involutions- oder Degenerationsformen betrachtet werden. Die einzelnen Glieder der Filamente theilen sich wie B. megaterium und lassen äusserlich nichts von der Theilung sehen. Die neuen Zellen wachsen mehr in die Breite als in die Länge und bilden bei ungleichem Wachsthum unregelmässige Massen, in denen später Sporen zur Entwickelung gelangen.

Das Protoplasma dieses Bacillus scheint normaler Weise granulirt zu sein. Die jungen wachsenden Zellen sind fein und gleichmässig granulirt, in älteren Stadien dagegen und auf weniger günstigen Medien, wie Agar und Kartoffeln, sind die Zellen gefüllt mit grossen glänzenden Körnern, welche besonders der Zellmembran anzuliegen scheinen. In anaëroben Culturen sind die Zellen gewöhnlich isolirt oder höchstens zu Zweien vereinigt.

Der Bacillus färbt sich leicht und gleichförmig in verschiedenen Mitteln wie in Fuchsin, Ziehl'scher Lösung, während Kühne's Carbolmethylblau die Granula energischer färbt als die übrigen Zelltheile. Bei Anwendung von Gram's Methode behält er seine Farbe.

Beschreibung der Culturen.

Auf Gelatineplatten haben die Colonieen von B. granulosus ein sehr verschiedenes Aussehen, und zwar sind namentlich die oberflächlichen different gebaut. Sie sind zunächst gewöhnlich dünn, fast durchsichtig, blattartig ausgebreitet und man erkennt bei schwacher Vergrösserung, dass dies durch unregelmässige, concentrische Linien hervorgerufen wird, welche ihrerseits durch die parallele Anordnung der Filamente gebildet werden. Im mikroskopischen Bilde laufen oft unregelmässige helle oder dunkle Linien über die Colonieen, welche durch kleine Fältelungen hervorgerufen werden und welche an die Anastomosen der Blattnerven erinnern. Aus diesem Stadium gehen die Colonieen gewöhnlich rasch in das der beginnenden Verflüssigung über, in welchem die vorher glatten Ränder rauh werden und unregelmässige Fortsätze von der Hauptzoogloeamasse in die klare, flüssig werdende Umgebung hineinsenden. Oft scheint das erstere Stadium überhaupt auszufallen, während andererseits auch gelegentlich die blattähnliche Gestalt für längere Zeit persistirt. Die Tiefencolonieen sind nicht charakteristisch und bleiben als kleine, runde, glänzende, undurchsichtige Massen in der Gelatine. Die Colonieen lassen sich mehr oder weniger leicht in Fäden ausziehen, so dass oft kleine

oberflächlich gelegene, mit der Nadel berührt, ganz an derselben haften bleiben.

In Stichculturen wirkt B. granulosus bald verflüssigend, bildet an der Oberfläche eine flache mit Flüssigkeit gefüllte Vertiefung, auf deren Boden sich die Zoogloea befindet. Die Gelatine in den tieferen Schichten wird schliesslich ebenfalls peptonisirt.

Auf schräg erstarrtem Agar erscheinen die Colonieen im Laufe von 2 oder 3 Tagen, oder, nachdem sie 24 Stunden im Brutschrank gestanden haben, als etwas dürftige dünne, weissliche oder gelbliche Flecken; dieselben bleiben, wofern nicht viel Material zur Verwendung kam, von einander getrennt und gewinnen in einigen Tagen nicht an Umfang. Wo der Nährboden feucht ist, wie am unteren Ende der Cultur, haben die Culturen eine intensivere weisse Farbe und entwickeln sich üppiger.

Bouillon als Nährboden verwendet, wird durch und durch gleichmässig trübe und bekommt einen bedeutenden Bodensatz.

Das Wachsthum auf Kartoffeln ist ganz charakteristisch. Nach 30stündigem Stehen in der Zimmertemperatur bemerkt man einen feuchten, weiss schimmernden Fleck. Anstatt dass derselbe sich über die Oberfläche des Substrats ausbreitet, wächst er in verticaler Richtung, so entsteht eine dicke, weissglänzende, fadenziehende Masse.

Im Laufe von 5 bis 6 Tagen verliert die Zoogloea diesen Glanz und wird matt und wachsartig, die Farbe geht in ein mit der Zeit immer dunkler werdendes Braun über. Die Oberfläche alter Culturen hat ferner auch ein höckeriges Aussehen.

Während dieser Bacillus in seinem Wachsthum entschieden aërob zu sein scheint, ist er doch auch fähig längere Zeit anaërob zu leben und bis zu einem gewissen Grade sich zu entwickeln. Unter Doppelplatten werden die Colonieen nach 2 bis 3 Tagen sichtbar, gewinnen aber weiterhin nicht mehr an Umfang.

Bacillus limosus.

Dieser Bacillus scheint lediglich im Schlamme zu leben und fand sich sehr zahlreich in sämmtlichen untersuchten Schlammproben. Er wächst ausserordentlich rasch und hat oft schon am zweiten Tage einen Durchmesser von 2 cm. Unter dem Mikroskop besitzt er in Gelatineculturen eine lange, schlanke, oft granulirte Form ($1 \cdot 25\,\mu \times 3$ oder $4\,\mu$ Länge). Gewöhnlich sind zwei oder mehr Zellen innig verbunden und zeigen eine langsame, ruhig schwingende Bewegung. Hängende Tropfen von Kartoffelculturen zeigen isolirte Zellen ohne alle Brown'sche Bewegung, und zwar sind diese Zellen kürzer und plumper als die in Gelatine. Gewöhnlich sind die Zellen abgerundet und oft fein granulirt. Sporen-

bildung lässt sich in Kartoffelculturen leicht beobachten, und zwar bilden sich dieselben als helle, stark glänzende Körperchen an dem einen Zellende. Mit der Grössenzunahme der Spore verliert das Zellplasma in ihrer Nähe seine granulirte Structur, da es das Material zu der Spore liefert.

Wachsthum auf Nährböden.

Auf Gelatine wächst der B. limosus sehr rasch, indem die Colonieen im Laufe von 24 bis 30 Stunden erscheinen und anfangs fast durchsichtig sind. Bei schwacher Vergrösserung sieht man die Colonieen dicht mit langen, schlanken Fäden besetzt, die bis weit in die Gelatine hineinreichen. An einer leichten Vertiefung auf der Oberfläche der Gelatine erkennt man, dass schon sehr junge Colonieen verflüssigend wirken. Beim weiteren Wachsthum dehnt sich der centrale Theil aus, bis er jene schlanken Filamente soweit überwuchert hat, dass die ganze Colonie eine rundliche, ringsum mit kleinen Stacheln dicht besetzte Masse bildet. In alten Colonieen färben die Bacterien das verflüssigte Material grau, es bildet sich ein dünnes Häutchen an der Oberfläche, flockige Massen schweben darunter und der Rand behält sein stachliges Aussehen.

Bei Stichculturen zeigt sich ein Unterschied in der Schnelligkeit des Wachsthums, je nachdem man Meerwasser oder gewöhnliche Gelatine nimmt. In Meergelatine wächst der Bacillus viel üppiger und erzeugt nach 24 Stunden am Impfstich entlang eine trübe Flüssigkeit, die nach oben hin sich zu einem Flüssigkeitstrichter ausbreitet. Die ganze Gelatine wird im Laufe von 70 Stunden verflüssigt, und zwar sammeln sich im unteren Theile der Röhre leichte flockige Massen, während an der Oberfläche ein dünnes, leicht zerreissbares Häutchen entsteht. Dieselben Erscheinungen zeigen sich in gewöhnlicher Gelatine, nur treten sie etwas langsamer auf.

Auf Agar wächst dieser Bacillus üppig und die einzelnen Colonieen erscheinen als kreisförmige, weisse, feuchte Flecken, die im unteren Theile der Röhre zu einem feuchten, weissglänzenden Belag zusammenfliessen.

Bouillon trübt sich stark, an der Oberfläche bildet sich eine dicke, sehr resistente Haut und am Boden sammelt sich ein ziemlich beträchtlicher Niederschlag.

Auch auf Kartoffeln wächst er sehr gut und bildet einen dünnen, trüben, weissgrauen Belag, welcher sich weit über die Oberfläche ausbreitet. Die Kartoffel ändert ihr Aussehen nicht und auch die Cultur bleibt nach den ersten Tagen in ihrer Entwickelung stehen.

Spirillum marinum.

Dieser Bacillus wurde zwar sowohl im Schlamm wie im Wasser gefunden, war aber durchaus kein häufiger Bewohner irgend einer Localität. Mikroskopisch steht er den gebogenen, vibrionenartigen Bacterienformen nahe. Er ist klein und in jungen Culturen gewöhnlich zu Zweien vereinigt. Gewöhnlich ist er mehr oder minder gebogen, ähnlich wie das Choleraspirillum, doch kommen auch gerade Formen vor, aber wenn mehrere Individuen zu einem Filament vereinigt sind, so gewinnt das Ganze einen dem Spirillum ähnlichen Habitus. Das Spirillum marinum besitzt zwei Bewegungsformen, eine rotirende und eine fortschreitende, so dass es sich sehr rasch korkzieherartig über das Gesichtsfeld hinweg bewegt. Eine Sporenentwickelung wurde nicht beobachtet. Mit Löffler'schen Blau färbt sich das Spirillum leicht und nimmt in Fuchsin einen sehr dunkeln Ton an.

Aussehen der Culturen.

Diese Species scheint auf gewöhnlicher Gelatine üppiger zu wachsen als auf Meerwassergelatine. Auf Platten erscheinen die Colonieen zuerst als runde granulirte Massen, oft mit radiärer Streifung. Wenn die Colonie die Gelatine zu verflüssigen beginnt, so gewinnt sie ein rauheres Aussehen und in der flachen mit flüssiger Gelatine gefüllten Schale schwimmen flockige Massen herum.

In gewöhnlichen Gelatinestichculturen wächst der Bacillus zuerst äusserst rasch, indem er die Gelatine in eine trübe Flüssigkeit verwandelt und eine dünne, halbdurchsichtige Membran darauf bildet. In Meerwassergelatinestichculturen ist das Wachsthum beschränkter, es beginnt ziemlich im Impfstich und gewinnt seine grösste Mächtigkeit an der Oberfläche, wo es zunächst eine flache Vertiefung in der Gelatine bildet, gefüllt mit einer trüben Flüssigkeit, auf deren Oberfläche die Colonie als dicke Haut schwimmt. Alte Culturen zeigen eine dünne trübe Flüssigkeitsschicht über der unveränderten Hauptmasse der Gelatine.

Auf Agar wächst Spirillum marinum einige Zeit sehr üppig und bildet einen feuchten, flüssigen, weisslichen Ueberzug, ähnlich wie Eiter. Derselbe sammelt sich am Boden des Rohres und wird im Laufe der Zeit wässerig.

Auf Kartoffelculturen ist das Wachsthum dieses Spirillum höchst charakteristisch. In 24 Stunden erscheint ein röthlichbrauner, scharf conturirter Belag und ändert die Kartoffel in der Nähe des Impfstiches ihre Farbe. Diese Zoogloea nimmt stetig zu, bildet eine dicke wachsartige Masse, welche später fast die ganze Kartoffel bedeckt, dabei bleibt

sie weich und dringt absolut nicht in den Nährboden ein, obgleich die Kartoffel nach und nach eine dunkel graugrüne Farbe annimmt.

In Meerwasserbouillon ist das Wachsthum üppig und ruft einen reichlichen feinen Bodensatz hervor, während die darüber stehende Flüssigkeit stark getrübt erscheint. An der Oberfläche bildet sich eine weisse glatte Membran. Gewöhnliche Bouillon wird weniger stark getrübt.

Dieses Spirillum scheint ein echter Saprophyt zu sein, da es durchaus nicht im Brutschrank wächst und sich auf allen künstlichen Medien gut entwickelt. Daraus, dass es die gewöhnlichen den Meerwassernährböden vorzieht, darf man vielleicht schliessen, dass es vom Lande herrührt.

Bacillus litoralis.

Dieser Bacillus wurde in nicht unbedeutenden Mengen, besonders im Schlamm aus geringeren Tiefen gefunden. Da er eine langsam wachsende und auf Gelatinenährboden wenig charakteristische Art darstellt, so mag er weiter verbreitet sein, als mir festzustellen gelang. Im hängenden Tropfen zeigt er sich als ein kurzer zwei bis vier Mal so lang als breiter, sich sehr unregelmässig bewegender Bacillus. Er nimmt Löffler's Blau sehr gut auf, aber entfärbt sich nach der Gram'schen Methode. Sporenbildung konnte ich nicht an ihm beobachten.

Wie schon erwähnt bietet sein Wachsthum auf Gelatineplatten sowohl mit als ohne Seewasserzusatz nichts besonders Charakteristisches. Die Tiefencolonieen erscheinen im Laufe von drei Tagen als kleine braune, scharf begrenzte Pünktchen. Die Oberflächencolonieen opalesciren zuerst, glänzen und breiten sich ein wenig aus; unter dem Mikroskop zeigen sie glatte Ränder und einen homogenen, fein granulirten Inhalt. Im Laufe von 5 bis 8 Tagen fangen die Colonieen, welche sich im Contact mit Luft befinden, an, deutliche Spuren von langsamer Verflüssigung zu zeigen. Diese Verflüssigung geht so langsam vor sich, dass die Verdunstung oft mit ihr Schritt hält und die Masse der Colonieen sich in die Gelatine einzufressen scheint. In Gelatine von geringerer Dichte als gebräuchlich geht die Verflüssigung rascher von statten, so dass ein Ring von sich verflüssigender Gelatine die Colonie umgiebt. Dieses verflüssigte Material wird getrübt durch kleine flockige, aus dem Centrum stammende Zoogloeamassen.

In Gelatinestichculturen macht sich das Wachsthum von B. litoralis nach 48 Stunden entlang dem ganzen Impfstich als eine undeutliche Linie bemerkbar. Nach 3 oder 4 Tagen fangen die Bacterien an, rund um die Impfstelle einen unregelmässigen dünnen, weisslichen Belag zu bilden. Derselbe beginnt bald die Gelatine sehr langsam zu verflüssigen

und wenn das verflüssigte Material verdunstet, bildet sich eine kleine Mulde, deren Boden und Seiten durch die Zoogloea in einer dünnen Schicht überzogen werden. Die Tiefencolonieen gewinnen nicht wesentlich an Umfang, aber nehmen oft eine röthlichbraune Farbe an. Oft färbt sich auch an diesen Stellen die Gelatine etwas braun. Die Farbe wird augenscheinlich bloss hervorgebracht, wenn die Colonieen ohne directen Luftzutritt wachsen, in diesem sonderbaren Verhalten erinnert B. litoralis an Spirillum rubrum.[1]

In Strichculturen ist das Wachsthum wohl charakterisirt durch die Bildung von weisslichen, halbdurchsichtigen Colonieen, die nach dem zweiten Tage sichtbar werden, sich langsam ausbreiten und schliesslich zusammenfliessen. Im Laufe von 5 bis 7 Tagen fangen die dickeren, weissen Colonieen in Folge der langsamen Verflüssigung der Gelatine an sich einzusenken.

Hier geht die Verflüssigung wegen der grösseren, der Luft ausgesetzten Oberfläche rascher vor sich, und die flüssige Gelatine und die Colonieen sammeln sich am Boden. Nach kurzer Zeit nimmt der Niederschlag in der verflüssigten Masse einen röthlichbraunen Ton an.

Auf Kartoffeln wächst dieser Bacillus gar nicht.

Auf Agar bilden die Bacterien einen etwas schmalen, dünnen, feucht erscheinenden, weissgrauen Belag, und in Bouillon bilden sie kein Häutchen, sondern trüben die Flüssigkeit ziemlich gleichförmig und sammeln sich unten als feiner Bodensatz.

Für gewöhnlich scheint der B. litoralis bei Luftzutritt besser zu wachsen, aber es scheinen auch Individuen mit entschieden anaërober Tendenz vorzukommen. Anaërobe Doppelplatten zeigten die grössten Colonieen nahe am Rande, aber hier und da fanden sich auch in der Mitte solche Colonieen von bedeutendem Umfang mit dem distincten braunen Hofe, die isolirt und übertragen bald Luftzutritt, bald Luftabschluss vorzogen.

Bacillus halophilus.

Dieser Bacillus war sowohl in meinen Meerwasser- wie Schlammculturen nur selten zu finden, aber da er auf künstlichen Medien überhaupt schlecht gedeiht, so ist er wahrscheinlich häufiger, als sich aus meinen Untersuchungen folgern lässt. Die engen Grenzen, in denen es mir gelang, ihn zu cultiviren, zeigen, dass er unter eigenthümlichen Bedingungen wächst, und dass seine Saprophytennatur nur in einem so geringen Grade ausgesprochen ist, wie etwa bei der Mehrzahl der patho-

[1] Esmarch, *Centralblatt für Bacteriologie.* Bd. I. S. 225.

genen Formen. Zu der Schwierigkeit, die seine Cultivirung darbietet, kommt die grosse Veränderlichkeit hinzu, die er in seinen Culturen aufweist, und die wahrscheinlich hervorgebracht wird durch die ungünstigen Ernährungsbedingungen, in die er gebracht wurde. Die Entwickelung dieser Formenreihe ist so eigenartig, dass sie die Species zu einer der interessantesten macht.

Mikroskopisches Aussehen.

Bacillus halophilus ist in seinem Auftreten so verschieden, dass man sich durchaus keine sichere Meinung darüber zu bilden im Stande ist, welches seine eigentlichen Wachsthumsbedingungen sind. Frische Culturen in Meerwassergelatine enthielten einen kleinen Bacillus von sehr variabler Länge ($0 \cdot 7 \mu \times 1 \cdot 5 — 3 \cdot 5 \mu$), der oft paarweise vereinigt war und eine ausserordentlich rasche Bewegungsfähigkeit besass. Rasch ändert dieser Bacillus seine Gestalt und in zwei Tage alten Culturen findet man sowohl hefeähnliche wie auch gestreckte Formen. Mit dem Alter der Cultur scheinen diese abnormen Gebilde zahlreicher und grösser zu werden. Viele von ihnen sind mit fein granulirtem Protoplasma angefüllt, andere sind so durchsichtig, dass man sie kaum bemerkt. Sie behalten grösstentheils ihre Beweglichkeit und erinnern sehr an die sogenannten Monaden. In der Grösse und dem allgemeinen Aussehen besitzen sie eine grosse Aehnlichkeit mit Monas vinosa, aber wenn ich dieses Stadium auf andere Culturen übertrug, gelang es mir nicht immer, denselben Typus zu züchten. Es scheint mir nicht unmöglich, dass sich die sogenannten Monaden, die sich hauptsächlich im Wasser finden, auf abnorme Entwickelungsstadien von den uns vorliegenden ähnlichen Mikroorganismen zurückführen lassen. Da man diese Monaden nicht auf den gewöhnlichen Culturböden züchten konnte, hat man sie ganz allgemein zu den Flagellaten oder zu den Protozoën gerechnet oder sie zu einem Bindeglied zwischen den Protozoën und Bacterien gemacht. Taf. XIII, Fig. 4*c* zeigt die Gestaltsveränderungen, welche B. halophilus in Meerwassergelatinecultur an auf einander folgenden Tagen durchmacht. Die Cultur wurde den 19. Mai hergestellt und hängende Tropfen in verschiedenen Intervallen davon genommen und untersucht. Von Zeit zu Zeit wurde die Reinheit der Urcultur durch Uebertragung geprüft. Es leuchtet ein, dass die Variabilität der Formen auf Meerwassergelatine sehr weit geht bei diesem Bacillus, aber sie ist noch mehr ausgesprochen auf gewöhnlicher Gelatine.

Auf letzterer sind die Ernährungsbedingungen für die vorliegende Art noch schlechter und die Schwankungen in der Gestalt machen sich aus diesem Grunde noch deutlicher bemerkbar. Formen wie *b*″ ent-

stehen zweifellos durch das Zusammenfliessen einiger Zellen, doch lassen sich Querwände absolut nicht erkennen.

Sporenbildung konnte ich bei dieser Species nicht beobachten und zehn Tage alte Culturen entwickelten sich nicht, wenn sie 20 Minuten lang auf 70° C. erhitzt wurden.

Anilinfarben nimmt der Bacillus nur schwer auf, in Löffler's Lösung bleibt er ganz ungefärbt und nach Gram entfärbt er sich. Mit Ziehl'scher und Kühne's Lösungen gefärbt, erscheint das Protoplasma sehr unregelmässig tingirt, während es sich in Fuchsin schwach aber homogen färbt.

Wachsthum auf den verschiedenen Nährböden.

Bis jetzt ist es mir nur auf einem der künstlichen Nährböden gelungen, den B. halophilus zu züchten, und das ist die Gelatine. In Meerwassergelatine scheint er üppiger zu wachsen als in der auf die gewöhnliche Weise hergestellten. Alle allgemein gebräuchlichen und eine Anzahl besonders hergestellter Nährmittel wurden versucht, aber ausser der Gelatine erwies sich keiner als geeignet für die Entwickelung dieser eigenthümlichen Form.

In Meerwassergelatinestichculturen entstehen im Impfstich nach 24 bis 36 Stunden unregelmässig begrenzte trübe Punkte von Colonieen, welche rasch zu einer Linie zusammenfliessen, gleichzeitig die Gelatine um den Impfstich herum zu einer dicken, trüben Masse verflüssigen und Gas entwickeln. Bisweilen entsteht so viel Gas, dass die flüssige Gelatine als schaumige Masse über die noch feste emporgetrieben wird. Gewöhnlich klärt sich die verflüssigte Gelatine später und am Boden sammelt sich ein feiner Niederschlag.

In gewöhnlicher Gelatine ist das Wachsthum ein bedeutend langsameres, es macht sich zunächst als leichte weissliche Linie gewöhnlich nur in einem Theile des Impfstiches bemerklich. Im Laufe von 70 Stunden fängt ein schmaler Verdunstungstrichter, der stetig an Länge zunimmt, an, in die Gelatine einzudringen. Das Wachsthum schreitet in der Gelatine langsam fort und scheint oft gasige Producte gleich von Anfang an zu liefern. Im Allgemeinen ist also das Wachsthum dieser Species auf diesem Medium ausserodentlich charakteristisch.

In Meergelatineplatten kommen sehr langsam Colonieen zum Vorschein, zunächst kreisförmig, weissgrau, halb durchsichtig. Sie wirken ohne Luftzutritt verflüssigend; die erzeugten flüssigen Producte verdunsten sofort, wenn sie an die Oberfläche gelangen und hinterlassen in der Gelatine einen scharfen, tiefen Trichter. Unter dem Mikroskop stellte sich jede der auf der Platte befindlichen Culturen als weisser Lichtkreis dar,

ähnlich dem, den man auf Choleraculturen zu Gesicht bekommt, derselbe wird durch die Brechung der Lichtstrahlen hervorgebracht. Mit dem weiteren Wachsthum der Colonie verschwindet der Lichtkreis plötzlich und die verflüssigte Gelatine breitet sich über die gesammte Oberfläche aus. Die Culturen zeigen eine stark alkalische Reaction, aber die Cholera-Indolreaction liess sich nicht hervorbringen.

Schlüsse.

Indem ich die Beschreibung meiner Beobachtungen abschliesse, muss ich noch einmal aussprechen, dass ich deutlich fühle, in wie vielerlei Hinsicht dieselbe lückenhaft ist. Meine Arbeit hat eigentlich mehr den Charakter einer vorläufigen Mittheilung, und die Summe der Thatsachen, die ich zusammengetragen habe, muss noch sehr vergrössert werden, ehe wir bindende Schlüsse auf das Leben der Mikroorganismen in der Meerestiefe ziehen können. Unser Gegenstand führt uns auf ein Untersuchungsfeld, welches zur Zeit noch wenig erforscht ist und die Fragen, welche in den vorhergehenden Seiten aufgeworfen wurden, ohne in einer vollkommen befriedigenden Weise gelöst werden zu können, scheinen von genügend grosser Wichtigkeit zu sein, um zu weiteren Forschungen in der Richtung anzuspornen.

Eine kurze Recapitulation der Hauptpunkte möge hier noch Platz finden.

1. Die Zahl der in dem Seewasser vorhandenen Mikroorganismen scheint im Allgemeinen bedeutend kleiner zu sein, als die in dem gleichen Volumen Süsswasser enthaltenen, auch dann, wenn letzteres nicht durch einfliessende Abfallwässer beeinflusst worden ist.

2. Die Entwickelung der Meerwasserbacterien scheint nicht an eine bestimmte Zone gebunden zu sein, wohl aber scheinen die Bacterien in den tiefen, mittleren und oberflächlichen Schichten ganz gleichmässig vertheilt zu sein. Die hin und wieder auftretenden Schwankungen waren nicht grösser, als dass sie nicht durch locale Ursachen hervorgerufen sein konnten.

3. Der Bacteriengehalt des Schlammes ist stets sehr viel grösser als der gleicher darüber vorhandener Wassermassen und zwar wird dieses Verhältniss — ausser vielleicht in der litoralen Zone — durchaus nicht durch Derivate vom Festland hervorgerufen, sondern durch das **Wachsthum und die Vermehrung von**

Bacterien, welche grösstentheils direct in den Schlammschichten **einheimisch** sind.

4. Während kein allgemeines Gesetz über die Bacterienvertheilung im Wasser aufgestellt werden konnte, findet eine augenfällige Abnahme der Schlammbacterien bis zu einer Tiefe von 200^{m} statt, von da an aber bis zu den grössten durchforschten Tiefen (1100^{m}) konnte eine fernere bedeutende Verminderung nicht mehr gefunden werden.

Die Ursachen, welche diese Curve der Bacterienvertheilung so sonderbar beeinflussen, sind nicht genügend aufgeklärt worden, doch weisen ganz ähnliche Schwankungen, die ein im Allgemeinen für das Leben so wichtiger Factor, wie die Temperatur im Meer durchmacht, darauf hin, dass dieselbe in dieser Beziehung vor allem beeinflussend wirkt.

5. Die verticale Vertheilung der verschiedenen qualitativ untersuchten Species aus dem Schlamm zeigt, dass die Maxima der Entwickelung in der Nähe der Oberfläche liegen, aber dass die Minima derselben in einer Tiefe von 1000 und mehr Metern noch lange nicht erreicht sind.

Neapel, 4. Juli 1891.

Erklärung der Abbildungen.

(Tafel XII.)

Cladothrix intricata.

Fig. 1 A. Spiralfäden einer Gelatineplattencolonie.
Fig. 1 B. Die verschiedene Anordnung der sogenannten Zweige.
Fig. 1 C. Die Wachsthumsstadien der Pseudobranchen.
Fig. 1 D. Sporen von einer Agarcultur.
Fig. 1 E. 3 Tage alte Gelatinestichcultur.

Bacillus granulosus.

Fig. 2 A. Junge Gelatineplattencolonie (oberflächlich).
Fig. 2 B. *a*, *b*, *c* normale Formen aus junger Gelatinecultur.
f—*f*'' aus alter Gelatinecultur.
g—*h* abnorme Formen von Kartoffelcultur (bei *h* Sporen).

Bacillus thalassophilus.

Fig. 3 A. 4 Tage alte Hoheschichtgelatinecultur.
Fig. 3 B. *a* Trommelschläger-Formen aus Gelatinecultur.
b Bacillen mit Ziehl'scher Lösung gefärbt.
c ungefärbte Bacillen.
e Sporen von Gelatinecultur.

Figg. 1 und 2 mit Zeiss $^1/_{12}$ hom. Imm. und Oc. II gezeichnet. Die übrigen von mikroskopischen Präparaten mit Ocular IV.

(Tafel XIII.)

Bacillus limosus.

Fig. 1 A. 2 Tage alte Meergelatinestichcultur.
Fig. 1 B. Bacillen von Gelatinecultur.

Spirillum marinum.

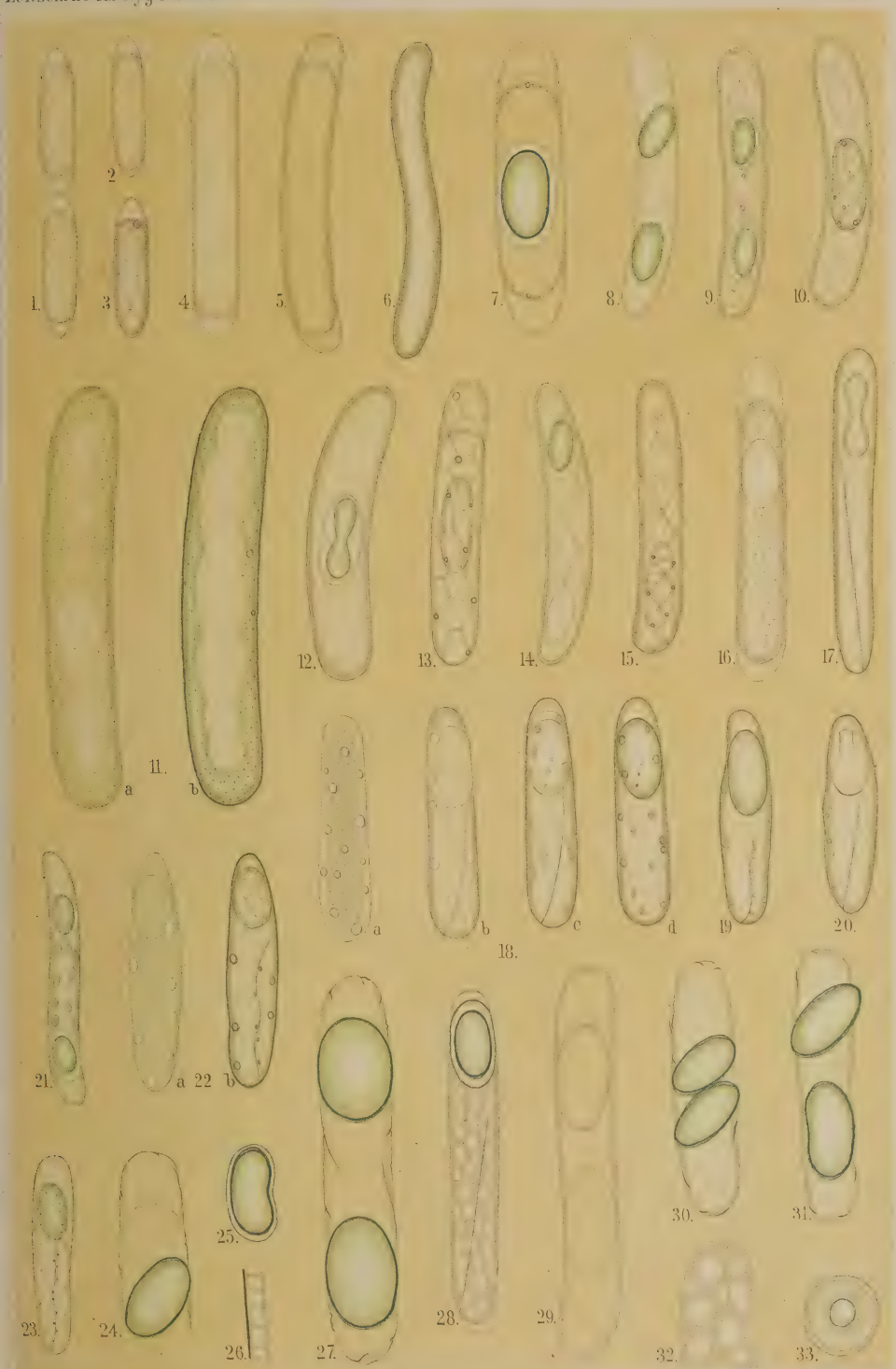
Fig. 2 A. 2 Tage alte Meergelatinestichcultur.
Fig. 2 B. 2 Tage alte Normalgelatinestichcultur.
Fig. 2 C. Junge Gelatineplattencolonie.
Fig. 2 D. Einzelne Spirillen.

Bacillus litoralis.

Fig. 3 A. 10 Tage alte Gelatineplattencolonie.
Fig. 3 B. 10 Tage alte Gelatinestichcultur.
Fig. 3 C. Bacillen aus hängenden Tropfen.

Bacillus halophilus.

Fig. 4 A. 2 Tage alte Meergelatinestichcultur.
Fig. 4 B. 9 Tage alte Normalgelatinestichcultur.
Fig. 4 C. Anormale Formen von Bacillen.
a, *b*, *c* aus Normalgelatine.
A Aus Meergelatinecultur an einander folgenden Tagen gemacht, um die Formenvariabilität zu zeigen.



Joh. Frenzel fec.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Verlag Veit & Comp. Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

Ueber den Bau und die Sporenbildung grüner Kaulquappenbacillen.[1]

Ein Beitrag zur Kenntniss der Bacterien.

Von

Prof. **Johannes Frenzel.**

(Hierzu Taf. XIV.)

Ganz abgesehen von der ausserordentlich wichtigen Stellung, welche die Bacterien und ihre Producte in der modernen Higiene errungen haben, so gehören sie auch insofern zu den interessantesten Lebewesen, als ihre systematische Stellung lange Zeit eine höchst zweifelhafte geblieben ist. Denn so wenig fügten sie sich der Ordnungsliebe des Naturforschers, dass sie sowohl vom Zoologen wie auch vom Botaniker am liebsten völlig verstossen wurden; und hätte die medicinische Wissenschaft nicht plötzlich ihre grosse Bedeutung erkannt, so wäre ihre Naturgeschichte wohl noch lange in tiefes Dunkel gehüllt geblieben. So aber traten sie wieder in den Vordergrund nicht nur der medicinischen, sondern auch der allgemein biologischen und im besonderen der morphologischen Forschung. Gerade für den Morphologen nämlich musste die Organisation der Spaltpilze schon deswegen ein grosses Räthsel darstellen, als sie allgemein als kernlos galten. Hatte man doch von Tag zu Tag mehr und mehr die wichtige Rolle erkannt, welche der Zellkern bei der Fortpflanzung und

[1] Die nachfolgende Mittheilung verdankt ihre gelegentliche Entstehung meinen „Untersuchungen über die mikroskopische Fauna Argentiniens", wovon bereits mehrere Mittheilungen dem Druck übergeben worden sind. Ein „vorläufiger Bericht" derselben erschien mittlerweile im *Archiv für mikroskopische Anatomie*, Bd. XXXVIII, S. 1 ff., anderes wird in den *Zoologischen Jahrbüchern*, dem *Archiv für Naturgeschichte*, der *Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie*, der *Bibliotheca zoologica* u. s. w. erscheinen.

Vererbung spielt und hatte doch manch' Einer die Kernlosigkeit der Bacterien gegen die modernen Vererbungstheorien ins Treffen geführt.[1] Auch jetzt ist vielleicht diese Frage nicht vollkommen und nach allen Seiten hin zur Zufriedenheit gelöst. Denn wenn auch Bütschli,[2] nachdem bereits P. Ernst[3] eigenthümlich sich verhaltende Körperchen in der Spaltpilzzelle aufgefunden hatte, mit grossem Nachdruck das Vorhandensein eines Zellkernes wahrscheinlich gemacht hat, so ist doch der von ihm entdeckte Centralkörper, wie dies Gebilde vorläufig benannt sein möge, von so eigenthümlicher Beschaffenheit und besonders im Verhältniss zum Zellleibe gewöhnlich von so riesigen Dimensionen, dass man, ehe nicht weitere Beweise gebracht sind, immer noch mit einem gewissen Zagen an die Deutung dieses Gebildes gehen wird.

Als recht befremdend muss fernerhin das so verschiedene Grössenverhältniss des Centralkörpers zur Zelle bezeichnet werden. Vergleicht man nämlich die von Bütschli gegebenen Darstellungen mit einander, so muss es auffallen, dass jener das eine Mal die Zelle völlig ausfüllt oder auszufüllen scheint (vgl. a. a. O. Taf. Fig. 9), das andere Mal nur an den beiden Zellenden einen freien Raum lässt (vgl. a. a. O. Taf. Figg. 5, 6, 8) und schliesslich in anderen Fällen bloss ein bescheidenes Körperchen darstellt (vgl. a. a. O. Taf. Fig. 4).

Nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen ist es sehr schwer für uns, die Vorstellung zu bilden, wie eine lebensthätige Zelle nur aus einem Kern bestehen sollte, zu dem sich höchstens noch eine (protoplasmatische?) Geissel gesellt. Wenn wir dahingegen freilich die Potenz der Zelle mehr und mehr in den Kern verlegen, wozu wir vielleicht eine stets wachsende Berechtigung erhalten, so würde damit auch die Berechtigung obiger Auffassung nicht unerheblich wachsen.

Im Nachfolgenden will ich mir nicht die Aufgabe stellen, den Werth des Centralkörpers nach allen Richtungen hin zu prüfen. Vergleiche ich aber die Resultate, zu denen ich gekommen bin, mit denen Bütschli's, so kann ich die Vermuthung nicht ganz unterdrücken, dass es sich dort, wo der Centralkörper eine minimalere Grösse hat (vgl. a. a. O. Taf. Fig. 4c), nicht mehr um diesen selbst, sondern um denjenigen der zukünftigen Spore handle, eine Vermuthung, welcher man eine gewisse Begründung

---

[1] Johannes Frenzel, Das Idioplasma und die Kernsubstanz. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXVII. S. 73 ff.

[2] *Ueber den Bau der Bacterien und verwandter Organismen.* Vortrag etc. von O. Bütschli u. s. w. Leipzig 1890 (1889).

[3] P. Ernst, Ueber Kern- und Sporenbildung bei Bacterien. *Diese Zeitschrift.* 1889. Bd. V. S. 428 ff. — Victor Babes, Ueber isolirt färbbare Antheile von Bacterien. *Ebenda.* S. 173.

zuerkennen wird, wenn man meine Abbildungen Figg. 10, 13, 15, 16, 18 u. s. w. auf beiliegender Taf. XIV in Betracht zieht.[1]

Als ich im Darmkanal von Anuren in Córdoba (Argentinien) schöne grosse Bacillen mit Sporenbildung[2] fand, kam ich zu dem Schluss, dass diese aus einem Gebilde hervorgehen, welches ich in Uebereinstimmung mit Bütschli für einen kleinen Centralkörper (Kern) ansah. Erst später, als ich ähnlich geartete Bacillen antraf, wurde mir klar, dass es sich dort möglicherweise um einen Irrthum handelte und dass ich den eigentlichen Centralkörper, der vielleicht auch hier mit dem gesammten Zellkörper identisch war, übersehen haben könnte. Leider war ich nun nicht mehr im Stande, diese Frage einer erneuten Prüfung zu unterwerfen, so dass sie noch eine offene bleiben muss, die aber dann ihre Erledigung finden könnte, wenn die Bedeutung jenes kleinen Centralkörpers Bütchli's über allen Zweifel sicher aufgeklärt werden würde. Dann erst wird man sagen können, ob sich bei den Bacterien die Spore direct aus dem Centralkörper entwickeln kann oder ob sich in ihm zu diesem Zwecke erst ein neuer kernartiger Körper ausscheiden muss.

Das letztere ist nämlich derjenige Modus, der im Nachfolgenden dargestellt werden soll. Ehe wir aber dazu übergehen, möge zunächst der Centralkörper noch einer kurzen Betrachtung unterworfen werden.

Es ist das grosse Verdienst Bütschli's, dieses Gebilde bei den Bacterien aufgefunden und eingehender untersucht zu haben (vgl. a. a. O.) Dasselbe tritt hauptsächlich bei der Abtödtung jener Organismen hervor, z. B. mittels Alkohol-Behandlung; allein schon in deren lebenden und intacten Zustande ist es oft deutlich zu unterscheiden. Im Darme einer Blabera (Orthoptere) von Córdoba traf ich z. B. einen recht charakteristischen Bacillus an. Derselbe ist etwa 3 bis 4mal so lang als breit (Fig. 2), gerade und drehrund cylindrisch, an beiden Enden stumpfkegelig abgeschlossen, etwa wie eine Spitzkugel. Die Individuen sind entweder einzeln (Figg. 2 und 3), oder auch zu zweien (Fig. 1), aber nie zu mehr zusammenhängend. Die meisten Exemplare liegen still, andere, theils einzelne, theils Paare, führen kurze Bewegungen aus, um dann anzuhalten und um entweder dieselbe Bewegung fortzusetzen oder um in derselben Weise rückwärts zu gehen.

Der Bacillus ist ziemlich blass und nicht so glänzend, wie man es sonst von diesen Organismen gewöhnt ist. Im Leben erscheint das Innere

[1] Es könnte dann wohl die gesammte, von Bütschli dargestellte Spaltpilzzelle mit dem Centralkörper identisch sein, wie B. und ich dies bei vielen Bacillen fanden (Figg. 8, 13, 15 u. s. w.)

[2] Joh. Frenzel, Untersuchungen über die mikroskopische Fauna Argentiniens. Vorläufiger Bericht. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXXVIII. S. 18.

fast homogen; doch sieht man, wie gesagt, schon ohne Weiteres entweder an dem einen oder an beiden Enden (Figg. 1, 2) einen zarten Contur, der sich etwa halbkugelig vorwölbt und so einen Körper abschliesst, welcher etwas weniger lichtbrechend als die beiden Spitzen ist. Offenbar ist dies der Centralkörper, wie Bütschli ihn in Figg. 5, 6 und 8 darstellt. Auch gelingt es zuweilen, in diesem stets etwas trüben Körper sehr feine Granulationen wahrzunehmen. Normalerweise scheint er genau central zu liegen (Fig. 1); ist er jedoch dem einen Ende mehr oder weniger genähert (Figg. 2 und 3), so kann man wohl mit Bütschli annehmen, dass dies Zustände kurz nach der Quertheilung sind (vgl. a. a. O. Taf. Figg. 1*g*, 4*a*).

Noch um vieles deutlicher wird die Sachlage, wenn man eine Fixirung der Bacillen vornimmt, wofür ich gerade eine alkoholische Sublimatlösung anwandte. Dann tritt innerhalb des Centralkörpers ein zartes aber deutliches Netzwerk[1] hervor (Fig. 3), mit Granulationen, Knotenpunkten und einigen Körperchen, die wohl den rothen[2] Bütschli's entsprechen mögen.

Ausser obigen Bacillus sah ich an einem anderen Orte, nämlich im Dünndarm einer kleinen Eidechse von Córdoba, einen anderen, welcher jenem in seiner äusseren Gestalt nicht unähnlich ist. Sehr verschieden ist indessen das Grössenverhältniss, denn der erstere misst nur ca. 20 μ in der Länge und ca. 4 μ in der Breite, der letztere hingegen das Doppelte in der Länge, nämlich ca. 40 μ, und in der Breite ca. 5 bis 6 μ. Im Uebrigen ist dieses gleichfalls cylindrisch, vorne und hinten kegelig zugespitzt, ganz am Ende ein wenig abgerundet (Fig. 4).

Dieser Bacillus findet sich in reichlicher Menge dicht hinter dem Magen bis zum Mastdarm hin. Er ist völlig bewegungslos und stets einzeln, von Theilungszuständen, die ich nicht bemerkte, wohl abgesehen. Man erkennt nun auch hier ohne Weiteres den grossen langgestreckten Centralkörper, der wiederum durch je eine halbkugelige Fläche begrenzt wird. In diesem Falle glänzt er etwas stärker als die Endspitzen und erscheint trüber als diese.

Wir gehen nun zu demjenigen Bacillus über, der uns in der Folge ausschliesslich beschäftigen soll. Derselbe lebt im Enddarm, aber auch im letzten Theile des Mitteldarmes von Anurenlarven in Córdoba (Argentinien), die ich leider wegen Mangel an Vergleichsmaterial nicht genauer bestimmen konnte. Hauptsächlich sammelte ich sie in Regenteichen und möchte sie daher für die Larven einer Kröte (Bufo marinus Schneid.) halten, die sich viel in der Nähe aufhielt.

[1] Ob Netzwerk, ob Wabenbau, diese Frage sei hier nicht weiter erörtert.

[2] Diese geben nach Behandlung mit Alkohol und Hämatoxylin eine rothviolette Farbe (a. a. O. S. 12 ff.). Sie deshalb überhaupt als roth zu bezeichnen, ist wohl etwas gewagt.

Am normalsten erwiesen sich diese Bacillen gleich nach der Präparation des frischgefangenen Wirththieres. Dann waren sie in lebhaftester Bewegung, die freilich die Untersuchung sehr erschwerte. Wurden sie längere Zeit unter dem Deckglase gehalten, so starben sie ab, oder stellten doch ihre Bewegungen ein. Noch schneller geschah dies, wenn bei der Präparation ein vorderes Darmstück hinzugefügt wurde. Es unterliegt daher wohl kaum einem Zweifel, dass die hier kräftigen Verdauungsencyme die Bacillen zerstörten, deren antiencymatische Kraft, wenn ich so sagen darf, jenen eben nicht mehr gewachsen ist.[1] Es lag hier gleichzeitig ein ganz bequemes Mittel vor, um den Gehalt des Centralkörpers an Nucleïn zu prüfen, das bekanntlich nicht verdaut wird. Leider kam ich hierbei, um dessen schon jetzt zu gedenken, zu keinem sicheren Resultate. Muss man doch bei Anwendung dieser Methode bedenken, dass es durchaus nicht erwiesen ist, dass Nucleïn der einzige unverdaubare Zellbestandtheil ist, ebensowenig wie das Chromatin die einzige chromatophile Substanz darstellt. Dies sind Umstände, welche den Nachweis echter Kernbestandtheile ganz ausserordentlich erschweren.

Hielt ich ein Stückchen des Enddarmes einer Anurenlarve über Nacht in der feuchten Kammer, so verschwanden die vorher reichlichen Bacillen zum grössten Theil, während die noch übrig bleibenden bewegungslos oder matt in ihren Bewegungen wurden. Gleichzeitig oder etwas später traten im Präparate zahllose andere Bacterien auf, ohne Zweifel solche, die die Zersetzung und Fäulniss der organisirten Materie bedingten. Vielleicht gingen die ersteren nun aus Mangel an Nahrung ein, vielleicht aber wurden sie schliesslich doch durch die Encyme zerstört oder einfach von den Fäulnisspilzen verdrängt. Jedenfalls verschwanden sie stets ohne nachweisbare Spuren, und selbst ihre Keime in Form der Sporen fielen nur in geringer Zahl auf.

Ob alle die verschiedenen Bacillen aus der Kaulquappe, welche wir hier betrachten, wirklich Glieder einer und derselben Species sind, vermag ich nicht bestimmt zu entscheiden. Um dies sicher zu stellen, hätten Culturen angestellt werden müssen, wozu leider jegliche Gelegenheit fehlte. Die unverkennbare Uebereinstimmung aber in mehrfacher Beziehung, vor Allem die leicht grünliche Färbung der Zelle und die intensivere der Spore etc. müssen doch nahe legen, dass hier entweder bloss verschiedene Formzustände derselben Species obwalten oder wenigstens doch solche sehr nahe verwandter Species. Das Eine kann jedenfalls mit Bestimmtheit gesagt werden, dass es durchaus nicht möglich war, gewisse

[1] Joh. Frenzel, Die Verdauung lebenden Gewebes und die Darmparasiten. *Archiv für Anatomie und Physiologie.* Physiol. Abtheilung. 1891. S. 293 ff.

Formen völlig scharf von einander zu trennen. Denn wenngleich an manchen Stellen der helle Hof um die Spore charakteristisch erschien (Figg. 7, 9, 12, 21), oder das fadenartige Gebilde im Zellkörper (Figg. 17 bis 20), so kam beides doch auch vereinigt vor. Ebenso combinirte sich jener Faden mit der Kapsel der Spore (Fig. 28). Endlich gab es fadenlose Zellen ohne Sporenhof (Figg. 8, 10, 14 u. s. w.) und fadenführende gleichfalls ohne diesen Hof (Figg. 18, 19, 20, 22).

Trotzdem ich, wie gesagt, nicht im Stande bin, den stricten Beweis zu führen, dass alle jene Gestaltungsverschiedenheiten als physiologische Variationen aufzufassen seien, so sei doch im Nachfolgenden von unserem Bacillus wie von einer bestimmten Art gesprochen. Dennoch möchte ich vermeiden, ihm einen bestimmten Speciesnamen zu geben.

Wir wissen bereits, dass der Bacillus parasitisch im Darme von Anurenlarven lebt. Es ist jedoch noch zu betonen, dass er durchaus nicht regelmässig und ausnahmslos in allen Larven zu finden ist. So fehlte er, wenn diese noch sehr klein waren, fast stets, wie in diesem Falle auch andere Bacterien wenigstens mit Hülfe des Mikroskops nicht nachgewiesen werden konnten.

Waren nun die Kaulquappen etwas grösser bis mittelgross, d. h. bis zum Sichtbarwerden der Fussstummel, so waren sie sicher mit unseren Bacillen behaftet, wenn sie sich nicht in einem guten Ernährungszustande befanden. Waren sie dagegen erst frisch eingefangen oder besonders mit grünen Algen gut genährt, so waren Fälle ohne Bacillen nicht selten, während dann Opalinen und andere Parasiten im Darme wimmelten.

Um die Bacillen sicher anzutreffen, genügte es daher, halbgrosse Kaulquappen einige Tage im Aquarium mit mangelhaftem Futter zu halten. Dann aber wurde merkwürdigerweise die Sporenbildung oft ganz oder theilweise aufgehoben, so dass diese doch in einem gewissen Grade von dem physiologischen Zustande des Wirththieres abhängig ist. Die Fortpflanzung geschah dann fast ausschliesslich durch Zweitheilung der Zellen, während Sporenbildung besonders in wohlgenährten Wirththieren zu bemerken war, wo wie schon erwähnt, die Lebensverhältnisse für unsere Bacillen keine ganz günstigen sind.

Es geht mithin auch hier hervor, dass die Fortpflanzung der Bacterien der Regel nach durch Zweitheilung der Zelle (und des Centralkörpers) geschieht, während die Sporulation mehr unter abnormen Verhältnissen auftritt.[1]

Um nun zur näheren Beschreibung der Gestaltung des Kaulquappenbacillus überzugehen, so sei mit der äusseren Form angefangen. Diese

[1] Vgl. Dr. C. Fränkel, *Grundriss der Bacterienkunde.* 2. Aufl. S. 19.

ist im Allgemeinen eine länglich cylindrische. Ganz ohne Ausnahme fand ich die beiden Endtheile ungefähr halbkugelig abgerundet (Figg. 5 bis 24, 27 bis 32). Das Uebrige, der cylindrische Theil, ist meist mehr oder weniger gekrümmt, und zwar entweder einfach und schwach bogenförmig, einem Kreise mit grossem Durchmesser entsprechend (Figg. 5, 8 bis 15), oder schwach S-förmig (Figg. 6, 21). (Damit ist nicht gesagt, dass die Krümmung stets in derselben Ebene stattfinde.) Doch ist letzteres viel seltener und wohl nur noch bei Zweitheilung (Fig. 6) oder Doppelsporen-Bildung zu constatiren (Fig. 21), wobei indessen zu bemerken ist, dass in diesen Fällen auch einfache Bogenform vorkommt (Figg. 8, 14). Der Biegungsradius ist kein constanter, wie auch völlig gerade Stäbchen nicht selten sind (Figg. 7, 16, 18, 27, 28).

Neben dieser einfachen geometrischen Gestalt machen sich häufig nicht unbedeutende Abweichungen davon bemerkbar. So ist zuweilen der eine Endtheil des Bacillus dicker als der andere (Figg. 17, 18). In anderen Fällen lassen sich ganz unregelmässige Ausbauchungen und Deformirungen sehen (Figg. 19, 20, 22, 23), ohne dass eine Ursache hierfür ersichtlich wäre. Es ist nur hervorzuheben, dass innerhalb eines und desselben Wirththieres meist ein bestimmter Typus vorherrscht. Namentlich fanden sich normal cylindrische Formen kaum jemals mit deformirten vermischt vor.

Welches die Bedingungen für jene Gestaltsverschiedenheiten sind, lässt sich schwer ermessen. Das eine lässt sich aber doch sagen, dass die regelmässig geometrischen Formen, welche wir geneigt sind für normale zu halten, stets in normalen gutgenährten oder frischeingefangenen Wirththieren lebten, wo andererseits Deformirungen recht selten waren. Höchstens kam es dort zu einem Unterschiede zwischen beiden Körperenden (Fig. 17). Im Gegensatz hierzu fanden sich in verkümmerten Wirththieren wiederholt verunstaltete Formen, wie namentlich auch kurze und dicke (Figg. 18, 19, 20, 22, 23).

Es mag dieses Verhalten recht auffällig erscheinen, da wir weiter oben erfuhren, dass normale Kaulquappen nicht gerade günstige Lebensbedingungen für unsere Bacillen darbieten. Bei stark hungernden und verkümmerten Wirththieren, welche wochenlang fast nur von ihrem eigenen Kothe leben, wird dies aber auch der Fall sein. Damit stimmt überein, dass mässig hungernde Kaulquappen oder solche mit gemischter Nahrung, wo also die grünen Algen nicht vorherrschten, gewöhnlich auch normale Formen beherbergten. Es scheint mithin hauptsächlich die Art der Kaulquappenspeise in Betracht zu kommen und die rein pflanzliche resp. chlorophyllreiche den Vegetationsbedingungen unserer Bacillen ebenso wenig günstig zu sein, wie stark ausgeprägter Mangel an Nahrung (Hunger).

Dass der Kaulquappenbacillus Gestaltsveränderungen vornehmen kann, darf nicht geleugnet werden, wenn wir bedenken, dass diese ja schon durch die Wachsthumsgesetze bedingt werden. Ob er aber im Stande ist, willkürlich, oder sagen wir lieber activ seine Gestalt zu verändern, derartig, dass man dies mit dem Auge verfolgen könnte, kann nicht behauptet werden. Zwar sieht es ja bei der Vorwärtsbewegung so aus, als wenn der Körper sich schlängelt. Gerade wie bei anderen Bacillen lässt sich indessen diese Erscheinung auch hier auf eine Schraubendrehung des Gesammtkörpers zurückführen, wie weiter unten noch nachzuweisen ist. Trotzdem könnte jedoch nicht die Möglichkeit geleugnet werden, dass daneben auch schlängelnde Biegungen auftreten, und wir können bloss sagen, dass diese sich bis jetzt nicht beweisen lassen. Dies könnte mit Sicherheit eigentlich nur geschehen, wenn der Bacillus keine Ortsveränderung dabei vornehmen würde. Aber gerade in diesem Falle war niemals irgend eine Bewegung überhaupt wahrzunehmen.

Im Anschluss hieran erübrigt noch betont zu werden, dass auch die beulenförmigen u. s. w. Verunstaltungen des Körpers nicht auf einer activen, vor den Augen sich vollziehenden Bewegung beruhen, sondern durch das allmähliche Wachsthum bedingt werden.

Ganz anders liegt die Sache hinsichtlich der passiven Gestaltsveränderung. Diese äusserte sich bei länglichen Bacillen zuweilen in der Weise, dass ein stärkeres Biegen oder Einknicken des Körpers stattfand, namentlich wenn ein Hinderniss überwunden, ein enger Spalt etwa durchkrochen werden sollte oder eine Aenderung der geradlinigen Bewegung durch einen hemmenden Gegenstand veranlasst wurde. Allemal erfolgte dann sofort wieder eine Geradestreckung, und es unterliegt keinem Zweifel, dass jene Umbiegung nur eine von äusseren Umständen direct bewirkte war. Es geht hieraus aber ebenso gewiss hervor, dass die begrenzende Haut des Bacillus keine völlig starre, sondern vielmehr eine elastisch dehnbare ist, also von membranösem Charakter, ohne doch so zart wie eine Pellicula eines ciliaten Infusors zu sein, wie Bütschli zu meinen scheint (a. a. O. S. 9, 33).

Als fernere Gestaltseigenthümlichkeiten unseres Bacillus ist der Einfluss anzusehen, den die reifende Spore ausübt. Nicht selten nämlich überragt ihr Dickendurchmesser den des Pilzkörpers ganz beträchtlich, so dass sie dessen Wandung bucklig hervortreibt (Figg. 27, 31). Besonders tritt dies an kleineren Bacillen zur Erscheinung, deren Sporen unverhältnissmässig gross werden. Dies ist so auffällig, dass man fast glauben sollte, es mit einer besonderen Species zu thun zu haben, wenn nicht doch wieder allmähliche Uebergänge zu constatiren wären, und wenn nicht

auch kleine Bacillen kleine Sporen (Fig. 8) und grosse grosse Sporen (Fig. 27) hätten.

Wir haben jetzt der Grössenverhältnisse zu gedenken. Diese sind in der That so variabel, dass man einen kleinen schlanken Bacillus kaum für artidentisch mit einem grossen dicken halten sollte, wenn nicht eben jene Uebergänge vorhanden wären (vgl. Fig. 23 mit Figg. 11, 27). Dennoch wäre es ja möglich, dass manche von ihnen, so namentlich der in Fig. 11 dargestellte Bacillus, zu einer anderen Art zu rechnen seien, zumal dieser auch einen abweichend gebauten Centralkörper besitzt. Nur seine Seltenheit und übereinstimmende Färbung veranlassten mich, ihn hierher zu stellen, wie auch ganz kleine schlanke Stäbe dieselbe grüne Farbe aufweisen können, namentlich in der Spore.

Die Dimensionen des Kaulquappenbacillus sind etwa folgende. Die kleinsten massen etwa 15 μ in der Länge und 2·7 μ in der Breite, dann folgten solche von 25 : 3·8 μ (sehr dick!), 30 : 3 μ, 30 : 4 μ, 35 : 4 μ, 35 : 4·5 μ, 37 : 3·5 μ, 40 : 4 μ, 40 : 4·2 μ, endlich 50 : 4·4 μ. Die grösste Länge war etwa 54 μ (bei einem Doppelbacillus), die grösste Breite 5 μ. Die mittlere Länge aus einer grösseren Anzahl von Messungen betrug ca. 30 μ, die mittlere Dicke 3·6 μ, so dass dann also der Bacillus etwa 8 mal so lang als breit wäre. Gewöhnlich ist er aber doch nur 5 bis 6 mal so lang als breit, und das erstere Verhältniss bezieht sich mehr auf Doppelzellen, d. h. solche kurz vor der Theilung (Fig. 6).

Es geht aus obigen Daten hervor, dass 1. die Grösse unseres Bacillus zwischen recht weiten Grenzen variiren kann, dass 2. zwischen Länge und Dicke kein constantes Verhältniss herrschst, und dass endlich 3. die Dimensionen ganz ausserordentlich grosse werden können. Diesem letzteren Umstande ist es denn auch zu verdanken, dass an unserem Bacillus die Bauverhältnisse leichter als an manchen anderen Orten zu studiren waren.

Wir haben noch der Bewegungserscheinungen kurz zu gedenken. Diese sind am lebhaftesten in einem frischen Präparate und erlahmen allmählich unter dem Deckglase. Man bemerkt also zuerst ein wirres Durcheinandereilen der Bacillen. Oft eilen sie gradlinig eine längere Strecke vorwärts, um dann ebenso gradlinig wieder rückwärts zu gehen. Die Bewegung namentlich der S-förmig, richtiger schraubenförmigen Individuen — schraubenförmig deshalb, da die Doppelbiegung gewöhnlich nicht in ein und dieselbe Ebene fällt — macht, wie wir schon sahen, ganz den Eindruck einer Schlängelung. Bei Betrachtung der Inhaltskörperchen, und namentlich des sich so gut markirenden fadenförmigen Gebildes überzeugt man sich aber leicht von der Rotation der Zelle um ihre Längsaxe. Ausserdem gewahrt man oft noch eine zitternde oder oscillirende Bewegung, indem kurze und schnelle Schwingungen um den Mittelpunkt geschehen.

Nur wirklich lebensthätige Zellen führen die eine oder die andere Art von Bewegung aus. Auch solche, deren Spore schon ganz reif erscheint, sind noch recht munter. Sobald aber die Zelle verblasst, ein Process, der dem Absterben gleichzusetzen ist, erlischt jegliche Bewegung.

Die äussere Umhüllung des Kaulquappenbacillus wird, wie auch an anderen Orten, von einer zarten, aber ziemlich festen und resistenten hautartigen Membran gebildet. Sie erscheint im optischen Schnitt als deutliche, dunkle Linie, ohne jemals wirklich doppelt contourirt zu sein. Ihre innere Abgrenzung gegen das Plasma hin ist im lebenden Zustande ihrer grossen Zartheit wegen nicht zu erkennen. Dies wird aber möglich nach der Abtödtung oder auf natürlichem Wege bei oder nach dem Absterben des Bacillus, wenn die Spore fertig gebildet ist. Dann sieht man unschwer ein zartes, knitteriges Häutchen, das leicht einreisst (Figg. 27, 30).

Bütschli (a. a. O. S. 8) sah bei Chromatium Okenii an der Oberfläche der Hülle eine ziemlich weitmaschige Netzzeichnung (von wabiger Beschaffenheit?). Es gelang mir nicht, bei meinem Bacillus diese Beobachtung zu bestätigen; dagegen fand ich ebensowenig wie Bütschli eine Cellulosereaction und mit Jod nur eine schwache Gelbfärbung. Jedenfalls kann man nun wohl diese Membran als ein echtes Plasmaproduct ansehen, nämlich „eine äusserste, fester gewordene, aber auch chemisch veränderte Plasmaschicht". Sie jedoch der sogen. Pellicula der Infusorien gleich zu setzen, wie Bütschli es wohl möchte, scheint mir nicht recht angängig zu sein, da diese im Allgemeinen doch nicht fest, sondern im Gegentheil recht zerfliesslich ist. Eher möchte ich in der Membran der Flagellaten ein Analogon finden.[1]

Das Plasma (Rindenschicht). Als solches wollen wir diejenige Substanz bezeichnen, welche den Raum zwischen dem Centralkörper und der Membran erfüllt. Ihre Mächtigkeit hängt von dem Umfange jenes Gebildes ab, welches von Bütschli, wie wir schon wissen, als Kern gedeutet, nach den Erfahrungen dieses ausgezeichneten Forschers je nach der Species, welcher es angehört, von recht verschiedener Grösse zu sein scheint. Bei der einen Species ist es sogar identisch mit der Zelle selbst, bei einer anderen (a. a. O. Fig. 9; 5 bis 8) lässt es an den beiden Enden je einen mehr oder weniger bescheidenen Raum frei, um schliesslich in einem letzten Falle nur noch ein relativ kleines Gebilde darzustellen (a. a. O. Fig. 4).

Mit alleiniger Ausnahme dieses letzten Falles, gegen den ich, wie schon erwähnt, ein leises Bedenken nicht unterdrücken kann, fand ich

[1] Auch Bütschli (a. a. O. S. 8) sieht sie im Uebrigen als fest an.

so ziemlich alle jene Zustände bei unseren Bacillen wieder. Man könnte nun wohl auch diesen Umstand dagegen geltend machen, dass alle unsere Formen einer einzigen Species angehören sollten. Aber ich wüsste nicht, wo eine Grenze gezogen werden müsste, von einem Falle (Fig. 11) vielleicht nur abgesehen.

Das merkwürdigste Resultat, zu dem wir nun kommen, ist also der verschiedene Umfang des Centralkörpers im Verhältniss zum Zellleibe, während Bütschli bei jeder Bacterienspecies doch ein recht bestimmtes Verhältniss constatirt hatte. Es sei hier eingefügt, dass auch beim Kaulquappenbacillus gerade wie bei den obenerwähnten Bacillen der Blabera und der Eidechse oft schon im lebenden Zustande die Begrenzung (Contur) des Centralkörpers wahrgenommen werden kann. Ist dies nicht möglich, so darf allerdings nicht auf die Abwesenheit des Centralkörpers und auf seine Identität mit dem Zellleibe geschlossen werden, denn bei einer Fixirung könnte dann doch noch der Centralkörper hervortreten.

Der extremste Fall ist nunmehr der, wo Centralkörper und Zellleib congruiren. Ich glaube, dass wohl mehr als die Hälfte aller unserer Bacillen im Leben keinen Centralkörper erkennen lassen (Figg. 6, 8, 17, 19 bis 22). Behandelt man nun solche Erscheinungen mit Alkohol oder Sublimat-Alkohol, den man auch mit Salpetersäure ansäuern kann, so tritt in vielen Fällen der Centralkörper deutlich hervor. In anderen Fällen aber durchaus nicht; und es muss jetzt die Frage entstehen, ob hier der Centralkörper ganz fehlt oder ob er eben mit dem Zellleibe zusammenfällt (Figg. 9, 15). Folgen wir der Darstellung und Deutung Bütschli's, so müssen wir uns für das Letztere entscheiden. In der That entsteht, besonders bei Behandlung mit angesäuertem Sublimatalkohol ein schönes Netzwerk mit Glanzkörnern („rothen Körnern"), (Fig. 15), wie es im eigentlichen Zellleibe des Bacillus lange nicht so deutlich ist (vergl. Fig. 13 oben). Bei Färbung mit Hämatoxylin färbte sich jenes Netzwerk, aber doch nicht viel intensiver, als das des Zellleibes, wie später noch zu besprechen sein wird. Trotzdem möchte ich mich der Deutung Bütschli's anschliessen.

Um vieles häufiger sind die Fälle, welche Bütschli bei Spirillum undula u. s. w. antraf (a. a. O. Figg. 6, 5, 8), und wie wir sie schon bei den Bacillen der Blabera und der Eidechse kennen lernten (Figg. 1 bis 4). Der Centralkörper ahmt dann im Ganzen die Gestalt des cylindrischen Bacillus nach, indem er sich dessen Seitenwand enge anschliesst und an den beiden Enden mit etwa halbkugeliger Abgrenzung einen kleinen Raum freilässt (Fig. 5). Oder er lässt diesen Raum nur an dem einen Ende frei, ein Zustand, der auf eine kurz vorher erfolgte Theilung hindeutet,

wo der Centralkörper noch nicht symmetrisch nach der Mitte hin gerückt ist (Figg. 13, 18, 23, 24).

Wenn die Spore eine stark excentrische Lage hat, d. h. dem einen Ende der Zelle sehr nahe gerückt ist, so ist es oft gar nicht möglich zu sagen, ob ein Centralkörper vorhanden sei oder nicht. Es könnte nämlich die distale, d. h. die nach dem Ende zu gerichtete Begrenzung der Spore mit der Begrenzung des Centralkörpers völlig zusammenfallen, wenn die Spore auch so breit wie dieser, resp. wie die Zelle ist. Solche Zustände liegen in den Figg. 19, 20, 22 und 28 vor. Es ist hier also recht wohl das Vorhandensein eines excentrisch liegenden Centralkörpers möglich, an dessen äusserstem Ende sodann die Spore zu liegen käme. Beweisen lässt sich dies aber nicht so leicht, zumal wenn der ausserhalb der Spore übrigbleibende freie Raum sehr schmal ist. Eine Färbung lässt dann im Stich, und es bleibt nicht ausgeschlossen, dass auch hier der ganze Zellleib mit dem Centralkörper identisch sei, wenn überhaupt solch ein Körper besonders differenzirt ist.

Weniger schwierig ist die Sachlage, wenn die Spore, resp. ihre Anlage noch schmal ist. Dann kann man sie vorn dicht der Begrenzung des Centralkörpers anliegen sehen, so dass diese alsdann nach den beiden Seiten ziehend in die Zellmembran übergeht (Fig. 23). Ebenso erblickt man einige Male bei excentrisch liegender Spore in geringer Entfernung von dieser eine zweite Linie, welche der Begrenzung des Centralkörpers entspricht (Fig. 18). Die Spore liegt diesem also nicht dicht an, sondern ist von ihm ein Stückchen nach dem Centrum hin gerückt.

Liege nun der Centralkörper central oder mehr oder weniger nach einem Ende hingerückt, für gewöhnlich lässt er nur einen schmalen Saum übrig (Fig. 18). Oft aber wird dieser recht ansehnlich (Figg. 7, 13, 16, 23), auch wenn er an beiden Enden auftritt. Immerhin behält indessen der Centralkörper stets noch eine recht stattliche Grösse und bleibt etwa $^3/_4$ so lang wie die Zelle.

Der Regel nach und in den meisten Fällen ist der Centralkörper genau so breit wie die Zelle, so dass an den Seiten die Umrisse wirklich oder doch scheinbar zusammenfallen (Fig. 7, 13 u. s. w.). Mehrmals sah ich jedoch — im optischen Schnitt — an einer oder an beiden Seiten einen deutlichen Zwischenraum (Figg. 10, 11, 12, 14, 16), so dass also der Centralkörper mehr oder weniger isolirt lag. Es konnten hier nun wieder mehrere Fälle eintreten. Einerseits nämlich ahmte derselbe die Gestalt der Zelle völlig nach, war ihr mathematisch ähnlich und lag genau central, so dass sein Umriss allseitig genau gleich weit abstand (Figg. 10, 12, 14). Dies ist ein Centralkörper im wahren Sinne des Wortes. Es muss hierbei indessen bemerkt werden, dass jener Zwischenraum nur ein

äusserst schmaler war, und, besonders im Leben, nur bei sehr scharfer Einstellung des optischen Schnittes hervortrat. Er war dann so schmal, dass ich ihn anfänglich für eine besonders dicke Cuticula hielt. Da diese aber stets völlig farblos ist, der in Rede stehende Saum dagegen oft deutlich grün, so liegt hierin schon ein Unterschied begründet (Figg. 10, 12). Zuweilen wird ferner dieser Saum an den beiden Enden schon etwas breiter (Fig. 12) und schliesslich allseitig so breit, dass der Centralkörper völlig frei in der Zelle liegt (Fig. 11). Dann kann man ihn deutlich von dem ihn umgebenden Plasma unterscheiden. Wie weiter oben schon bemerkt, ist es allerdings zweifelhaft, ob hier noch dieselbe Bacillenspecies vorliegt. Dahingegen ist in Fig. 16 ein Bacillus vorgeführt, der sich nicht wesentlich von den anderen unterscheidet. Hier ist zwar der Abstand des Centralkörpers von der Zellwand nur an der einen Seite zu sehen; an den beiden Enden ist er aber um so mehr entwickelt. Es möge übrigens bemerkt werden, dass diese Darstellung nach einem bereits abgestorbenen Bacillus gegeben worden ist, wo vielleicht der Zellleib etwas gequollen ist und sich so mehr vom Centralkörper abhebt.

Betrachtet man den Centralköper rein nach seiner Grösse im Verhältniss zur Zelle, so würde man kaum daran denken können, ihn für einen echten Zellkern zu halten. Etwas anders wird freilich die Sache, wenn wir mit Bütschli auf seinen feineren Bau und auf die chemische Qualität seiner Substanz eingehen. — Gemeinsam ist dem Zelleibe und dem Centralkörper hier der starke Glanz, der ja bekanntlich den meisten Bacterien zukommt. (Figg. 6, 11*b*, 17, 18*c* und *d*, 19, 20, 22*b*). Er ist auch daran Schuld, dass man die Zellmembran sich so schwer abheben sieht. Es scheint hier im Gegensatz zu den Bacillen der Blabera und der Eidechse (Figg. 1 bis 4) die Substanz des Centralkörpers kein anderes Lichtbrechungsvermögen als die der Zelle selbst zu haben.

Gemeinsam ist ferner den beiderlei Gebilden die grünliche Farbe. Sie kommt nur den normalen Bacillen zu und fehlt auch dann zuweilen. Oft ist sie ferner nur ganz schwach angedeutet. Eigentlich kommt sie auch wohl gar nicht dem Centralkörper zu, denn, wenn man den optischen Schnitt scharf einstellt, so sieht man ihn gar nicht selten völlig farblos (Fig. 11), oder in anderen Fällen nur ganz hellgrün. Dies hängt, wie wir später noch sehen werden, mit der Bildung der Sporen zusammen, welche durch den Centralkörper hindurch ihre grüne Farbe empfangen.

Sehen wir den Centralkörper normalerweise als farblos oder doch sehr schwach gefärbt an, so erkennen wir im opt. Schnitt das Zellplasma ihn wie einen grünen Mantel umgebend (Figg. 10, 11, 12). Dort, wo eine Differenzirung in jene beiden Gebilden nicht bemerkbar ist, kann sich, auch wenn keine Sporenbildung vorliegt, die Grünfärbung auf den Ge-

sammtleib des Bacillus erstrecken (Fig. 6). Ob wir ihm dann den Werth eines Centralkörpers beilegen sollen, ist sehr schwierig zu bestimmen. Würde dieser nämlich niemals grün sein, so wäre die Frage entschieden zu verneinen. So aber könnte ja recht wohl eine Mischung der Bestandtheile der Zelle und des Centralkörpers stattfinden, indem gewissermassen die der Zelle in jene des letzteren aufgenommen werden, wie es z. B. jedenfalls bei der Sporenbildung geschieht.

Die Substanz, welche den grünen Farbstoff trägt, ist in Form feiner Flocken im Zellplasma eingelagert (Fig. 11). Nur wo dieses eine sehr dünne Schicht bildet, erscheint sie fast homogen (Figg. 10, 12). Nach der Abtödtung (Alkohol oder Sublimat) sieht man die grüne Substanz theils der äusseren Membran anliegen (Fig. 9), theils aber auch dem Netzwerk folgen (Fig. 13 oben), wie es ebenso im Centralkörper der Fall ist (Fig. 14).

Einmal sah ich im optischen Schnitt, also im Centralkörper, wenn dieser hier, was zweifelhaft ist, vorhanden war, den grünen Farbstoff in Form ziemlich grosser lebhaft gefärbter Körner eingelagert (Fig. 21).

Ausser der Zellmembran ist stets frei von grüner Substanz, um dies gleich hier zu bemerken, der Hof um die Spore und die Kapsel, welche diese zuweilen hat.

Abgesehen von der farbigen Substanz erscheint der Inhalt des plasmatischen Raumes im Leben meist völlig homogen (Figg. 5, 8, 17). Bei der Einwirkung fixirender Substanzen entsteht ein zartes, aber nicht undeutliches Netzwerk, welches ausser den „Knotenpunkten" hie und da an deren Stellen ein oder mehrere starkglänzende Körner enthalten kann, die den „rothen Körnern" Bütschli's entsprechen (Fig. 13). Vergleicht man jenes Netzwerk mit dem später noch zu besprechenden des Centralkörpers, so muss man zugeben, dass es nicht nur zarter als dieses ist, sondern die sich röthlich färbenden Glanzkörner auch spärlicher enthält als der Centralkörper. Stimme ich soweit mit Bütschli überein, so ist es mir doch leider nicht geglückt, auch hinsichtlich der Färbbarkeit mittels Hämatoxylin einen scharf ausgeprägten Unterschied zwischen dem Netzwerk des Zellplasmas und dem des Centralkörperplasmas festzustellen. Mir schien die stärkere Färbbarkeit des letzteren nur davon herzurühren, dass seine Balken dicker waren und daher mehr Farbstoff aufnahmen. Da mir aber in Córdoba keine guten Reagentien mehr zur Verfügung standen und diese auch unter dem Drucke höchst trauriger äusserer Verhältnisse nicht zu beschaffen waren, so kann ich auf meinen Misserfolg kein Gewicht legen, bedaure es jedoch lebhaft, über eine so wichtige Frage nicht ins Reine gekommen zu sein.[1]

[1] Man wird in der vorliegenden Darstellung auf eine ganze Reihe von Lücken stossen, die zu verdecken mir fern liegt. Einräumen wird man mir aber, dass es

Wie schon weiter oben angedeutet worden ist, kann ich hier keine bestimmte Stellung der Frage gegenüber einnehmen, ob das Protoplasma eine Wabenstructur im Sinne Bütschli's besitzt, oder ob sich nach der Fixirung nur ein trajectorisches Netzwerk ausspannt resp. ein spongiöses Gerüst zu Stande komme. Die Bilder, welche ich erhielt, sind zwar nicht so klar wie die Bütschli's, aber doch nicht wesentlich davon unterschieden. Es kommt eben nur auf die Deutung an, nämlich ob man die im opt. Schnitt erscheinenden Linien für Fäden resp. Balken oder für den optischen Ausdruck von geschnittenen Flächen halten soll.

Vorläufig möchte hier jede der beiden Deutungen zulässig sein.

Etwas anders, und noch schwieriger zu unterscheiden, ist die Frage, ob die Plasmastructur schon im Leben vorhanden, also präformirt oder erst ein Product von Reagentien, oder eine Gerinnungserscheinung ist.

Es gelang mir nur einmal, in einer lebenden Bacillenzelle eine darauf bezügliche Zeichnung zu sehen (Fig. 14). Aber da diese Zelle ruhig lag, so ist nicht ausgeschlossen, dass sie schon im Absterben begriffen war. Hier liess nun die sehr zarte Plasmaschicht zwischen Centralkörper und Zellmembran eine pallisadenartige Anordnung von Plasmastäben erkennen, zwischen denen hellere d. h. weniger starkbrechende Räume in regelmässiger Anordnung lagen. Dies ist also derjenige Bau, den man von der Alveolenschicht der ciliaten Infusorien her kennt, und den ich auch bei der mesozoischen Salinella[1] antraf. Nur ist er dort, und zwar schon während des Lebens, viel schärfer markirt, während er bei unserem Bacillus doch nur angedeutet wird und auch viel feiner ist, sodass man ihn erst bei stärkerer Vergrösserung (ca. 1500) wahrnimmt. Nach Anwendung eines Fixativs tritt er dagegen scharf genug hervor (Fig. 26). Man bemerkt dann eine recht regelmässige Anordnung von Bälkchen, die sich senkrecht zwischen den Wandungen der Zelle und des Centralkörpers ausspannen. Was würde hier nun näher liegen, als von wabenartigen Bläschen oder Kästchen zu sprechen? Wenn man aber andererseits den Gedanken entwickeln würde, dass hier keine wandartigen Flächen, sondern vielmehr linienartige Stäbchen vorliegen, welche sich nach mechanischen Gesetzen senkrecht zwischen zwei parallelen Flächen ausspannen, so liesse sich auch nicht viel dagegen vorbringen.

Diese Alveolenschicht, wie wir sie aus Bequemlichkeit nennen wollen, enthält den grünen Farbstoff. Doch war dieser hier so zart, dass man

---

sehr wenig erfreulich ist, eine wissenschaftliche Untersuchung wie diese in einem Lande vorzunehmen, wo bürgerliche Unruhen das Leben gefährden.

[1] Joh. Frenzel. Untersuchungen über die mikroskopische Fauna Argentiniens. Salinella salve nov. gen. nov. spec. etc. Separat. Berlin 1891 (und *Zeitschrift für Naturgeschichte*).

über seine Anordnung nichts Genaueres erfahren konnte. Er schien allerdings dem Gerüst anzugehören, wie dies auch in der halbschematischen Figur 26 ausgedrückt ist.

Weiter oben war gesagt worden, dass im Leben der Inhalt der plasmatischen Rindenschicht fast völlig homogen erscheine. Dies bezieht sich indessen eigentlich nur auf Bacillen mittlerer Grösse, denn bei sehr grossen Formen, die wir hier ja nicht ausschliessen dürfen, enthält jenes Plasma sehr feine, aber scharf aufblitzende, punktartige Körnchen, die sich sodann im Centralkörper nicht finden. Schon im Leben zu sehen, werden sie beim Absterben der Zelle noch deutlicher (Figg. 11*a* und *b*). Ich finde sie auch bei etwas kleineren Bacillen, wo die Rindenschicht schmächtiger und der Centralkörper regelmässig cylindrisch gestaltet war. Ihr Vorhandensein oder Fehlen kann mithin keinen Artunterschied ausmachen.

In der Rindenschicht derselben grossen Bacillen machen sich ferner ebenfalls als Lebenserscheinungen noch andere Inhaltskörper geltend, nämlich einige wenige, glänzende, farblose Kügelchen. Sie sind wahrscheinlich fettartiger Natur und nicht mit den „rothen" Glanzkörnern Bütschli's identisch, da diese ja auch im Centralkörper sichtbar sein müssten. Das war indessen nicht der Fall (Fig. 11).

Das Plasma der Zelle sowohl wie das des Centralkörpers erfahren bei der Sporenbildung ganz wesentliche Veränderungen. Diese werden uns erst weiterhin zu beschäftigen haben.

Der Centralkörper, um zu diesem überzugehen, ist immer scharf gegen die Rindenschicht abgesetzt, oft schon im Leben. Er scheint in der That durch eine sehr zarte Membran abgegrenzt zu sein, wie dies gerade dann deutlich wird, wenn die Zelle bereits abgestorben und das Parenchym verschwunden ist. Dann bleiben eben nur noch membranartige Bildungen übrig (vgl. Fig. 24, wo allerdings noch etwas grüner Farbstoff vorhanden ist).

Der Umriss des Centralkörpers ist meist, aber nicht immer glatt und eine einfache Curve, etwa einer langgezogenen Ellipse entsprechend. Bei sehr grossen Bacillen, wo ja auch die Rindenschicht stark entwickelt ist, erhält er vielmehr Einbuchtungen, resp. Einschnürungen. Stellt man bei einem solchen Bacillus (Fig. 11*a*) den Tubus hoch ein, so sieht man einige von einander getrennte rundliche Gebilde und könnte fast glauben, dass mehrere hinter einander gelagerte Centralkörper vorhanden seien. Sobald aber der optische Schnitt eingestellt wird (Fig. 11*b*), überzeugt man sich von dem Zusammenhang der vorher einzeln erscheinenden Theile.

Aehnlich ist es mit der grünen Färbung, die dem ganzen Bacillus anzugehören scheint, wenn man nicht den optischen Schnitt scharf markirt, was leider bei sehr kleinen und sich lebhaft bewegenden Formen

kaum möglich ist. Unter bestimmten Umständen kann aber, wie wir bereits wissen, auch der Centralkörper grün sein. Sonst ist er nicht nur farblos, sondern oft noch fast ganz homogen, aber trübe, wie von ganz feinen, einzeln nicht mehr sichtbaren Körnchen erfüllt. Sein Inhalt glänzt dann wohl noch etwas mehr als der der plasmatischen Rindenschicht (Figg. 11, 12.)

Anders war es bei Bacillen, welche sich durch ihre kurze, gedrungene Gestalt auszeichneten. Hier waren schon im Leben runde, ziemlich glänzende Kügelchen zu sehen (Figg. 19, 22), welche nach dem Absterben noch deutlicher und zahlreicher wurden (Fig. 18). Sie entsprechen den rothen Körnern Bütschli's (Hämatoxylinreaction), während jene Bacillen, zum grossen Theil Buckel- und Krüppelformen, in halbgrossen, schlecht genährten Kaulquappen lebten.

Die Glanzkörner befinden sich hauptsächlich an der Peripherie des Centralkörpers. Wird nämlich die Oberfläche eingestellt (Fig. 18*a*), so sieht man sie dicht darunter liegen; geht man etwas tiefer, so erscheinen sie mehr am Rande (Figg. 18*b* und *c*), während sie bei tiefer Einstellung wieder über der ganzen Fläche zerstreut sind (Fig. 18*d*).

Auch dort, wo der Centralkörper nicht besonders entwickelt ist oder nicht nachgewiesen werden kann, fehlt es nicht an den Glanzkörnern (Figg. 19, 20, 22). Die Bacillen stimmen in ihren Eigenschaften sonst völlig mit den vorigen überein, sind gleichfalls kurz und gedrungen, krüppelig (Involutionsformen) und leben unter gleichen Bedingungen. Die Lage der Glanzkörner ist ebenfalls eine mehr periphere, wie der optische Schnitt (Fig. 22*b*) zeigt.

Würde es nicht feststehen, dass nach Bütschli die Rindenschicht, d. h. also das Zellplasma, auch die in Rede stehenden Körner enthalten kann, so könnte man hier aus deren Auftreten ohne Weiteres behaupten, der Centralkörper sei in diesem Falle identisch mit der Zelle. Da diese aber meist weniger von jenen Körnern als der Centralkörper besitzt, hier aber eine grosse Uebereinstimmung mit den Eigenschaften eines solchen Gebildesherrs cht, so würden wir in dem ganzen Organismus schon den Centralkörper erkennen können, wenn nicht noch ein Umstand in Betracht käme.

Die hier in Frage stehenden Bacillen besitzen nämlich ausnahmslos — es mag Zufall sein — eine nahezu endständige Spore. Wie wir ferner schon weiter oben erfuhren, ist es nicht ausgeschlossen, dass diesmal die Begrenzungen des Centralkörpers und der Spore zusammenfallen, so dass also nur noch eine kleine Endkuppe als der eigentliche Zellleib zu betrachten sein würde. Damit würde nun gut übereinstimmen, dass diese in keinem einzigen der beobachteten Fälle ein Glanzkörnchen enthielt,

was sicher wohl einmal stattgehabt hätte, wenn sie zum Centralkörper gehörte.

Es ist schon davon die Rede gewesen, dass im Centralkörper die grüne Substanz, wenn sie dort vorhanden ist, gerade wie im Plasma der Rindenschicht, in Form von Strängen angeordnet ist, welche dem plasmatischen Netzwerk genau zu entsprechen scheinen. Dies im lebenden Zustande zu sehen, hält sehr schwer, schon wegen des starken Glanzes der Bacillen. Verschwindet dieser bei der Sporenbildung etwas, so gelingt es eher (Fig. 14). Noch klarer wird sodann das Verhältniss nach der Abtödtung, wozu sich eine schwache Sublimatlösung besser als Alkohol eignet, da derselbe das Grün bald extrahirt. Man sieht dann im Centralkörper ein ähnliches Netzwerk wie im plasmatischen Zelltheil, nur mit dem Unterschiede, dass es jetzt etwas gröber ist (Fig. 13).

Fast in jedem Präparat kann man einige abgestorbene Bacillen finden, die sich durch ihr ruhiges Liegen und blasses Aussehen kennzeichnen. Der Centralkörper ist dann meist recht deutlich (Fig. 16), wahrscheinlich in Folge der Gerinnung seines Inhalts, die sich zuweilen in Form eines körnigen Niederschlages bemerkbar macht.

Es ist nun noch kurz der Fälle zu gedenken, wo ein Unterschied zwischen Centralkörper und Zellleib nicht gemacht werden kann. Dann scheint auch hinsichtlich des Netzwerkes der Charakter des Centralkörpers zu überwiegen, gerade wie, was wir bereits wissen, die Glanzkörper hier reichlich auftreten können, während die grüne Substanz andererseits wieder den Charakter der Zelle dokumentirt. Die Abbildung (Fig. 9) zeigt einen solchen Bacillus gleich nach Behandlung mit Sublimat, wo das Netzwerk in Folge des körnigen Gerinnsels etwas verworren erscheint, während Fig. 15 ein schönes klares Netzwerk nach Behandlung mit Salpetersäure-Sublimat-Alkohol und Aufhellung in verdünntem Glycerin zeigt.

Von anderen Reagentien ist noch Essigsäure einerseits und Jod andererseits zu erwähnen. Erstere rief sowohl im Plasma der Rindensubstanz wie des Centralkörpers die bekannte Gerinnungserscheinung hervor, ohne dass es mir gelang, einen charakteristischen Unterschied in den Reactionen beider Substanzen aufzufinden. Indessen kann auch darauf nicht allzuviel Gewicht gelegt und namentlich kein Schluss auf das Vorhandensein oder Fehlen von Kernsubstanzen gezogen werden.

Mehr beachtenswerth scheint mir die Einwirkung von Jod zu sein. Dieses brachte nämlich auch eine Art von Gerinnung mit Vacuolisirung zu Stande, oder es trat ein Maschenwerk von kurzen dicken Balken hervor, welche kleine Hohlräume einschlossen. Man könnte dies auch als einzelne sehr dickwandige Waben auffassen (Figg. 28, 32). Obwohl ich diese Beobachtungen an Bacillen machte, wo ein Centralkörper nicht

besonders nachzuweisen war, so möchte ich jene Reaction doch auf diesen beziehen. Auf alle Fälle wird man aber den grossen Unterschied nicht verkennen, der zwischen der Einwirkung von Jod und von Sublimat resp. Alkohol besteht. Hier ein weitmaschiges feinfädiges Netzwerk, dort ein dickwandiger Waben- oder Alveolenbau[1]. Würde man nun annehmen, dass schon das lebende Plasma eine bestimmte Structur hätte, so würde schwer zu sagen sein, welche von jenen beiden Erscheinungen präformirt sei, und wie, falls so etwas überhaupt wahr ist, plötzlich bei Benutzung eines anderen Reagens eine andere Structur entstehen kann. Allerdings hatten wir schon oben gesehen, dass das gefärbte Plasma netzartig gelagert ist (Fig. 14) und dem Netzwerk des Centralkörpers zu folgen scheint. Es würde damit aber nicht ausgeschlossen sein, dass daneben noch der dickwandige Vacuolenbau existire, wenn er nicht durch Jodeinwirkung aus jenem hervorgeht.

Das fadenartige Gebilde. Ganz ohne Unterschied ihrer Form und Grösse können unsere Bacillen ein Gebilde als Einschluss enthalten, welches wie ein Strich oder Faden aussieht. Nur in den ganz grossen Bacillen sah ich es nicht, dagegen meist, aber auch nicht immer, in den kleineren und verkrüppelten (Figg. 18, 19, 20, 22, 23). In Bacillen mittlerer Grösse und normaler Gestalt war es wieder etwas seltener (Figg. 17, 28).

Wo ein Centralkörper vorhanden ist, gehört diesem der Faden an (Figg. 18*c*, 23). Ist jener indessen nicht besonders markirt, so fehlt er keineswegs, ebenso wenig wie die Glanzkörner zu fehlen brauchen. Dagegen habe ich den Faden nicht ein einziges Mal gesehen, wo keine Sporenbildung vorlag oder wo es zwei Sporen gab (Figg. 5, 6, 8, 9, 14, 21), oder wo sie central lag (Figg. 10, 12, 13). Auch bei einer endständigen Spore war er schliesslich nicht immer vorhanden. Am häufigsten war der Faden also jedenfalls in halbgrossen, etwas krüppeligen Formen mit endständiger Spore (Figg. 18, 19, 20, 22, 23).

Durch sein in gewissem Sinne beschränktes Vorkommen ist die Lage des fadenartigen Körpers schon etwas näher bestimmt. Er beginnt nämlich stets und ausnahmslos an dem der Spore entgegengesetzten Ende — etwas seitlich — und zieht durch den Bacillus durch bis in die Nähe der Spore, bis zu ihr hin oder auch noch ein Stückchen an ihr entlang (Fig. 18).

Man könnte vielleicht glauben, es liege hier eine Faltung der Membran vor, oder der Faden ziehe dicht unter ihr hin. Keines von beiden ist indessen der Fall, was sich leicht bei scharfer Einstellung des Mikroskops beweisen lässt. In Fig. 22 sieht man nämlich einen Bacillus erst bei

[1] Die Vergrösserung von Fig. 28 entspricht der von Figg. 9, 10, 13, 15 u. s. w.

hoher Einstellung dicht unter der Membran (*a*) und dann im optischen Schnitt (*b*). Dort ist nun noch nichts vom Faden zu sehen, während er hier plötzlich erscheint und dann beim Tiefergehen ebenso rasch wieder schwindet. Fig. 18 stellt einen Bacillus bei vier verschiedenen Einstellungen dar; bei *a* ist sie am höchsten und noch keine Spur des Fadens zu sehen, bei *b*, etwas tiefer, scheint er gerade durch, bei *c*, fast im optischen Schnitt, ist er haarscharf, um dann sofort etwas tiefer wieder zu verschwinden.

Daraus geht nun noch weiter hervor, dass wir es wirklich mit einem linienartigen Gebilde, und nicht etwa mit einer membranartigen Fläche zu thun haben.

Der Faden ist zuweilen geradlinig (Fig. 17), gebogen (Fig. 18) oder mehr oder weniger wellig (Figg. 19, 22, 23). Meist geht er schief, sehr selten gerade durch die Zelle. An seinem Ursprung an der Zellwand ist er etwas dicker als am entgegengesetzten Ende, das meist frei ausläuft (Figg. 17 bis 20). Zuweilen stösst er, wie schon gesagt, an die Spore (Fig. 23), seltener seitlich an die Zellwand in der Nähe jener (Fig. 22).

Dann, wenn im lebenden Bacillus resp. im Centralkörper schon die Glanzkörner sichtbar sind, erkennt man oft längs des Fadens, ihm dicht anliegend, kleinere, gleichfalls glänzende Körnchen, die alle von gleicher Grösse und gleichem Aussehen sind. Ich zählte deren 4 bis 10. (Figg. 19, 22*b*, 23).

Das fadenartige Gebilde, dessen Bedeutung im Uebrigen eine ganz unbekannte ist, wird weder durch Alkohol, noch durch Sublimat oder Jod (Figg. 23, 28) irgendwie verändert.

Die Spore und ihre Entstehung. Wie bekannt, pflanzen sich die Bacterien theils durch Quertheilung (Halbirung) theils durch Sporenbildung fort. Es fragt sich nun, welchen Antheil der Centralkörper an jenen Processen nimmt, eine Frage, die ein ganz besonderes Interesse gewinnt, wenn man dieses Organ für einen echten Zellkern ansieht.

Hinsichtlich der Quertheilung hat Bütschli (a. a. o. S. 14, 23, 24, 28, Fig. 1, 3*b*, 4*b*, 6*b*) bereits mit der ihm eigenen Exactheit denjenigen Vorgang festgestellt, der sich am Centralkörper vollzieht. Ist dieser daher als Zellkern anzusehen, so würde hier ganz unverkennbar eine directe amitotische Kerntheilung mit nachfolgender Zelltheilung stattfinden, worauf besonders diejenigen aufmerksam gemacht sein mögen, welche einen solchen Vorgang nicht anerkennen wollen und bei amitotischer Kerntheilung entweder eine Zelltheilung ganz ausschliessen oder doch nicht weiter zeugungsfähige Zellen entstehen lassen.[1] Es ist nun aber

[1] H. E. Ziegler, Die biologische Bedeutung der amitotischen (directen) Kerntheilung im Thierreich. *Biologisches Centralblatt.* Bd. XI. Nr. 12/13. S. 372 ff.

zur Genüge nachgewiesen worden, dass sich mehrere Generationen von Bacterien hintereinander rein durch Quertheilung und ohne Sporen fortpflanzen können. Andererseits glaube ich dargelegt zu haben, dass auch an anderen Orten eine amitotische Zelltheilung, wie wir sie kurz nennen wollen, möglich ist.[1] (Vergl. a. a. o. 2, S. 28, Boveri).

Was die oben gemachte Beobachtung Bütschli's anlangt, so vermag ich dieselbe zu bestätigen; und trotzdem ich mein besonderes Augenmerk darauf richtete, so gelang es mir nicht, irgend eine Mitose zu Gesicht zu bekommen. Es bleibt für die Zukunft mithin nur noch übrig, den strengen Beweis zu führen, dass der Centralkörper den Werth eines Kernes habe.

Es ist schon weiter oben angeführt worden, unter welchen Umständen sich unser Bacillus durch Quertheilung und unter welchen er sich durch Sporen fortpflanzt. Auch von anderen Bacterien ist jetzt bekannt, dass gerade der letztere Modus durch bestimmte, oft noch nicht genügend bekannte Umstände bedingt wird.

In dem Centralkörper derjenigen Bacillen, welche sich zur Quertheilung anschicken, sind ausser den oben aufgezählten Einschlüssen keine anderen mehr zu erkennen. Dies gilt auch von anderen normalen Bacillen. Sobald aber die Sporenbildung eintreten soll, findet ein recht interessanter Prozess statt. Es bilden sich nämlich innerhalb des Centralkörpers oder in dem ihm identischen Zellraum ein oder zwei kernartige Körperchen ungefähr von dem Umfang der künftigen Spore. Dieses Körperchen kann schon während des Lebens sichtbar sein (Fig. 22*b*), wird aber mittels eines Fixativs schärfer markirt, z. B. durch Essigsäure, Alkohol oder salpetersaures Sublimat-Alkohol (Figg. 10, 13, 15). Es tritt dann in ihm ein Netzwerk hervor, das ganz die Eigenschaften desjenigen des Centralkörpers hat (Fig. 15). Nur sind die Maschen vielleicht etwas kleiner. Im Uebrigen färben sich die Fäden aber übereinstimmend, und auch die röthlich violett werdenden Glanzkörnchen sind da.

Nicht nur jene Umstände, sondern ausserdem noch die elliptische Gestalt und das Grössenverhältniss geben ein Recht, das in Rede stehende Körperchen vorläufig für einen Zellkern anzusehen, ein Recht, das mindestens ebenso gross, wenn nicht noch grösser als das hinsichtlich des Centralkörpers ist. Wir wollen es daher, schon der Kürze wegen, als Sporenkern benennen.

Woher dieser Kern seinen Ursprung nimmt, vermag ich nicht zu sagen. Da sich in vielen Zellen keine Spur davon findet oder nachweisen lässt, so kann man nur angeben, dass er plötzlich da sei. Jedenfalls

[1] Joh. Frenzel, Zur Bedeutung der amitotischen (directen) Kerntheilung. *Biologisches Centralblatt.* Bd. XI. Nr. 18. S. 559.

aber geht er nicht aus einer auf Abschnürung beruhenden Theilung des Centralkörpers hervor, sondern er entsteht endogen in diesem. Ferner geht seine Bildung immer derjenigen der Spore voran, ganz gleich, ob ein Centralköper gesondert ist (Fig. 18) oder nicht (Fig. 15). Wir können sogar in diesem letzteren Umstande wieder einen Hinweis sehen, dass hier Centralkörper und Zelle identisch ist.

Schon oben sahen wir, dass der Sporenkern dieselben Inhaltsbestandtheile wie der Centralkörper hat, mit Ausnahme natürlich des fadenartigen Gebildes. Die Uebereinstimmung geht noch dazu so weit, dass sie in jedem einzelnen Falle eine vollkommene ist. Sind die Glanzkörnchen nicht im lebenden Centralkörper zu sehen, so sind sie es auch nicht im Sporenkern (Figg. 12, 17). Sind sie dort klein, so sind sie es hier gleichfalls (Figg. 13, 15), und umgekehrt (Fig. 18). Erst beim Reiferwerden der Spore verschwinden sie, wie noch zu zeigen sein wird (Figg. 22, 23).

Ob der Sporenkern von Anfang an den später zu bemerkenden grünen Farbstoff führt, vermag ich leider nicht anzugeben. Jedenfalls tritt er sehr frühzeitig auf und lagert sich sowohl der Wandung dieses Kernes wie seinem Netzwerke an (Fig. 10). Im ersten Stadium ist die Färbung eine sehr blasse (Figg. 13, 22), um allmählich immer intensiver zu werden (Figg. 10, 23).

In ähnlicher Weisse möchte ich mich hinsichtlich einer dem Sporenkern zukommenden Membran äussern. Sein Umriss ist immer so scharf umschrieben, dass man schon deswegen an eine solche Membran denken möchte. Die reife Spore besitzt ganz bestimmt eine, ebenso wie die Sporen anderer Bacterien. Gerade wie bei einer untergehenden Zelle unseres Bacillus kann man sie nämlich auch bei einer untergehenden oder pathologischen Spore als ein zartes, eingefallenes und daher knitteriges Häutchen nachweisen (Fig. 20).

Die Lage des oder der Sporenkerne ist eine ausserordentlich verschiedene. Man kann nur constatiren, dass sie immer im Centralkörper liegen, und wo ein Faden vorhanden, stets endständig (Figg. 18 bis 20). Es ist sehr fraglich, ob überhaupt zwei Sporenkerne angelegt werden, oder ob sie stets aus Theilung eines hervorgehen, was mir wahrscheinlicher ist. Ich fand nämlich von jugendlichen Sporenkernen bloss einen einzigen im Centralkörper (Figg. 10, 12, 13) und dann meist central. Nur bei Anwesenheit eines Fadens fand, wie gesagt, eine Ausnahme statt.

Beim Reiferwerden rückt nun der Sporenkern meist an ein Ende (Fig. 15), um sich dann oft erst noch zu theilen (Fig. 17), oder er theilt sich sofort in centraler Lage (Fig. 12).

Diese Theilung ist stets eine hantelförmige Abschnürung in zwei völlig gleiche Hälften (Figg. 12, 17) ohne Mitose, also einer directen

Kerntheilung gleichzusetzen. Sie scheint immer erst spät stattzufinden, wenn nämlich der Kern schon homogen, glänzend und grün zu werden beginnt. Ist die Theilung beendet, so rücken die sich weiter entwickelnden Sporenkerne gewöhnlich auseinander und lagern sich sogar meist symmetrisch. Einmal nur sah ich zwei reife Sporen beisammen; doch mochten sie durch irgend einen mechanischen Einfluss erst nach Untergang des Plasma's zusammengerückt worden sein (Fig. 30).

Ehe wir die Entwickelung der Spore weiter verfolgen, möge noch zweier Formelemente gedacht werden, die in Beziehung zu ihr stehen. Das erste ist der Sporenhof. Sein Auftreten ist durchaus kein constantes, denn er kann ohne bekannte Ursache auch fehlen. Einen einzigen Zusammenhang vermochte ich nur aufzufinden, nämlich den Mangel des Hofes bei Vorhandensein des fadenartigen Gebildes.

Der jugendliche Sporenkern liegt stets noch frei im Centralkörper (Figg. 10, 13, 15). Später entsteht dann um ihn herum ein heller, wie von einer homogenen Flüssigkeit erfüllter Raum, zu einer Zeit, wo der Sporenkern sich noch nicht getheilt hat (Fig. 12). Da nachher jede Spore ihren Hof für sich hat, so ist daraus zu schliessen, dass auch der Hof sich theilt. Niemals sah ich eine Zelle mit zwei Sporen und nur einem Hof (Figg. 9, 21).

Die Spore liegt immer concentrisch im Hof, und dieser hat überall etwa dieselben Dimensionen.

Während der Entwickelung der Spore endlich bis zur Reife ist eine Veränderung des Hofes nicht zu constatiren, abgesehen davon, dass er am Wachsthum jener in gleichem Schritte Theil nimmt.

Zusammen mit normalen Bacillen, meist ohne Sporenhof, fand ich einige Male theils freie, reife Sporen mit einer Kapsel (Fig. 25), theils auch solche Sporen, noch in der Zelle liegend (Fig. 28). Die Kapsel hat etwa dieselbe Gestalt und Grösse wie der Hof, so, dass also die Spore concentrisch darin liegt. Auch sie besitzt einen homogenen, glashellen Inhalt, der zum Unterschied von dem des Hofes sehr stark lichtbrechend ist. Das Ganze erscheint daher wie eine feste, dicke Kapsel oder Cyste. Mit Jod färbt sie sich intensiv gelb und bleibt klar. — Eine Umwandlung des Hofes in diese Kapsel ist nicht ausgeschlossen, mochte aber nur recht selten vorkommen. —

Die Spore entwickelte sich zwar direct aus dem Sporenkern, doch ist dieser von geringer Grösse. Er wird etwas kleiner und namentlich dünner angelegt als die Spore und verliert oft noch eine Hälfte bei der Theilung (Figg. 12, 17). Dann wächst er, während er sich zur Spore umbildet, mehr und mehr heran, ohne aber eine constante Grösse zu erreichen. Erstens ist die Spore in kleinen Zellen kleiner als in grosen, und zweitens

kann sie in gleichgrossen Zellen von verschiedener Grösse sein. Einmal ist sie, selbst wenn sie ausgereift ist, schmäler als die Zelle (Fig. 7), gewöhnlich jedoch ebenso breit wie diese (Fig. 18), oft auch noch sichtlich breiter, die Zellwand buckelig vortreibend (Fig. 27).

Das Reifen der Spore macht sich am sichersten durch ihr Erglänzen bemerklich. Gleichzeitig wird ihre Substanz immer stärker lichtbrechend und ihr kernartiger Inhalt schwindet, indem vor allem die Glanzkörner matter und kleiner werden (Figg. 22*b*, 23). Während durch Sublimat z. B., wie wir wissen, im Sporenkern ein Netzwerk deutlich gemacht wird, so bleibt die reife Spore dabei fast ganz unverändert, während mittelreife etwas körnig werden. Durch Jod wird im jungen Sporenkern keine charakteristische Reaction hervorgerufen, die reife Spore hingegen wird, wenn auch langsam, kräftig gelb gefärbt; während die mittelreife einen mittleren Farbenton annimmt.

Ganz besonders auffällig ist es, dass eine und dieselbe Bacterienzelle zwei Sporen hervorbringen kann. Sowohl von de Bary[1] wie auch von Anderen (C. Fränkel)[2] wurde etwas Derartiges auf das bestimmteste bestritten. So äusserte sich ersterer (a. a. o. S. 14): „Eine Mutterzelle bildet ... immer nur eine Spore" u. s. w. und letzterer (a. a. o. S. 18): „Eine Zelle bildet unter allen Umständen immer nur eine Spore." Von Neueren sah P. Ernst[3] an den leichtgebogenen Zellen des Bacillus xerosis an beiden Enden blau tingirte Knöpfchen, ohne aber wirklich angeben zu können, dass sie in einer Zelle lagen. Die Grösse meiner Objecte machte es mir nun leicht, dies mit Sicherheit constatiren zu können, denn eine Zellgrenze konnte ich, namentlich nach geschehener Abtödtung nicht gut übersehen (Figg. 8, 9, 21). Die Zelle bleibt endlich einheitlich auch bis und nach der völligen Reife der Sporen (Figg. 27, 30, 31). Diese entwickeln sich übrigens innerhalb einer solchen Zelle ganz übereinstimmend und gleichartig.

Hand in Hand mit der Entwickelung der Spore vollzieht sich eine in ihren Hauptzügen früher schon bekannte Veränderung der Bacillenzelle, die sich in gleicher Weise auch auf den Centralkörper erstreckt. Wir wissen, dass der Bacillus stark glänzt und grün ist. Je mehr sich nun die Spore entwickelt, je mehr sie im Besonderen ergrünt, um so blasser wird der Bacillus, d. h. sowohl die Zelle wie auch der Centralkörper. Dieser nimmt zwar auch grünen Farbstoff an (Figg. 9, 13),

---

[1] De Bary. *Vorlesung über Bacterien.*

[2] C. Fränkel, a. a. O.

[3] P. Ernst. Ueber den Bacillus xerosis und seine Sporenbildung. *Diese Zeitschrift.* 1888. Bd. IV. S. 36.

giebt ihn aber stetig an die Spore ab. Wenn diese endlich ganz reif geworden, so ist der plasmatische Inhalt der Zelle und ihres Centralkörpers völlig verschwunden, und nichts ist übrig, als die knitterige Membran, einen wässerigen Inhalt umschliessend. Es fragt sich nur noch, ob der Centralkörper als solcher auch untergeht, oder wenigstens in seinen Umrissen erhalten bleibt. Dass es viele reife Bacillen giebt, wo die Sporen gänzlich frei darin liegen, kann nicht völlig beweisend sein. Einmal sah ich dahingegen einen schon zerbrochenen Bacillus mit reifer Spore (Fig. 24), wo der Ueberrest des Centralkörpers noch deutlich zu sehen war. Hier war dieser sowohl, wie auch die Zelle, noch leicht grün, so dass anzunehmen ist, es sei nicht die gesammte Zellmasse verbraucht worden und ein Ueberschuss vorhanden gewesen. Sonst scheint freilich, wenn alles aufgebraucht wird, auch der Umriss (Contour) des Centralkörpers zu Grunde zu gehen, da die meisten sporenreifen Zellen nichts davon sehen lassen.

Die Sporen, resp. deren Kerne haben ursprünglich, wie wir sehen, eine ziemlich regelmässige, centrale oder endständige, dann symmetrische Lage. Ihre Längsaxe im Besonderen fällt stets in die Richtung der des Bacillus. Auch bei der Weiterentwickelung wird diese Regel strenge innegehalten, und erst, wenn völlige Reife eingetreten, und der plasmatische Inhalt des Bacillus verschwunden ist, verschieben sich die Sporen oft und lagern sich unregelmässig (Figg. 30, 31). Die Zelle ist dann schon als todt oder als dem Untergange nahe zu betrachten. Das Freiwerden der Spore geschieht dann durch Einreissen der Zellmembran, welche ihr zuweilen noch in Fetzen anhängt (Fig. 24).

Die reife Spore hat etwa das Aussehen einer grünen Glasperle. Sie ist ganz homogen und der grüne Farbstoff gleichmässig diffus in ihr vertheilt. Da die normale Bacillenzelle ursprünglich doch nur leicht grün, die Spore hingegen sehr kräftig grün ist, so ist anzunehmen, dass beim Verlassen des Bacillus der gesammte Farbstoff in der Spore concentrirt wird. Aehnlich möchte es wohl auch mit dem übrigen Plasma sein, ohne dass sich vor der Hand sagen lässt, ob und wie es sich beim Uebergang in die Spore verwandelt. Da diese aber sehr viel kleiner als der Bacillus ist, so muss mindestens doch eine starke Concentration des Plasmas eintreten. Dafür würde vielleicht auch die kräftige Jodfärbung sprechen. Sublimat ruft andererseits, wie wir wissen, keine Veränderung als Granulation u. s. w. in der Spore hervor. Es liegt daher wohl die Möglichkeit vor, dass sie eine äusserst wasserarme, eiweissartige Substanz enthalte, wobei indessen Kernsubstanzen mit eingeschlossen werden müssen. Leider hatte ich keine Gelegenheit mehr, eine Prüfung daraufhin anzustellen. Da indessen zu vermuthen ist, dass auch bei anderen Bacterien die Spore in gleicher

Weise entstehe und aus dem Centralkörper hervorgehe, so wird sich das Fehlende leicht an einem anderen Orte ergänzen lassen. Schon jetzt kennen wir ja bereits die ausserordentliche Widerstandsfähigkeit der Bacteriensporen gegen äussere Einflüsse und namentlich gegen Verdauungsencyme, ihre intensive Färbbarkeit u. s. w., alles Umstände, welche darauf hindeuten, dass der Inhalt aus Kernstoffen bestehe, wie etwa ein Spermatozoonkopf, oder deren in beträchtlicher Menge enthalte.

Wir haben gesehen, wie die Spore aus einer Umwandlung des Bacillus und des Centralkörpers im besonderen hervorgeht, in welchem sie stets entsteht. Denn es ist in jeder Beziehung wahrscheinlich, dass ein solcher immer und ohne Ausnahme seinem Wesen nach vorhanden ist, auch wenn er nicht als räumlich differenzirtes Gebilde innerhalb der Zelle zu sehen ist. Sollte sich bewahrheiten, dass der Centralkörper den Werth eines Zellkerns habe, so müsste dies im gleichen Maasse für den Sporenkern und in bedingtem Maasse für die Spore selbst gelten. Diese müsste entweder selbst ein Zellkern sein, oder, und das scheint mir eher annehmbar, Kernsubstanzen (Nuclein, Chromatin u. s. w.) in sich gelöst enthalten, ohne, und auch dies ist zu beachten, den Kern als morphologisches Element zu besitzen. Das Eine wie das Andere kann folgenschwere Schlüsse gestatten. Hätte nämlich die Spore den Werth eines Kernes, so würde damit ein neuer Beitrag geliefert sein, wie dieser ganz allein nicht nur die Vererbungspotenzen, sondern überhaupt auch alle Eigenschaften einer zukünftigen Zelle intus haben kann. Führt hingegen im anderen Falle die Spore die Kernsubstanzen in gelöster Form, so würde damit ein Beispiel constatirt werden, wo eine Zelle — den Werth einer solchen hätte ja die Spore — einen Kern besitzen kann, resp. dessen Stoffe, ohne dass er den Werth eines einheitlichen morphologischen Elementes habe. Sollte dies hier sodann der Fall sein, so wäre nicht abzusehen, warum es nicht auch anderswo, z. B. bei den sog. kernlosen Moneren so sein sollte. Auch hier können allem Anscheine nach, wie dies an anderem Orte gezeigt werden soll,[1] innerhalb der Zelle vereinzelte chromatophile Elemente vorhanden sein, ohne einen einheitlichen Kern zu bilden.

So lange wir freilich noch so wenig über die Natur der Kernbestandtheile wissen, haben alle derartigen Schlüsse nur einen bescheidenen Werth. Würde es z. B. Kerne ohne Nuclein geben, so würde dieses kein Charakteristicum mehr sein können, und man müsste zuerst eine Substanz finden, welche allen Kernen gemeinsam sei und dann der Werthschätzung derselben zu Grunde gelegt werden kann.

[1] Vergl. Untersuchungen über die mikroskopische Fauna Argentiniens in *Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie* (erscheint mittlerweile).

Zum Schlusse sei noch eines pathologischen Zustandes gedacht, der zuweilen auftritt. Es giebt nämlich Sporenkerne oder Sporenanlagen, welche degeneriren, gerade so, wie die gesammte Spaltpilzzelle[1] absterben kann. Diese verblasst nämlich mitsammt ihrem Inhalte (Fig. 29) und stellt ihre Beweglichkeit ein. Ebenso macht es nun die Spore innerhalb einer noch lebenden Zelle: sie verliert ihren Glanz und fällt etwas ein, so dass dann die Sporenmembran gut zu sehen ist (Fig. 20). Auch beim Vorhandensein zweier Sporen kann eine absterben, und, da sie hierbei homogen bleibt, so unterscheidet sie sich von einer noch jugendlichen Spore.

Fassen wir noch einmal die Resultate, zu denen wir gekommen sind, kurz zusammen, so können wir die Vermuthung aussprechen, im Anschluss an die Entdeckung Bütschli's, dass der Centralkörper allen Bacterien zukomme. Oft ist er räumlich differenzirt, oft indessen identisch mit dem Zellleibe, und zwar wahrscheinlich derart, dass dann das Zellplasma mit dem des Centralkörpers vereinigt ist. Es ist ferner nicht unwahrscheinlich, dass dieser Körper den Werth eines Zellkernes habe.

Bei unseren Kaulquappenbacillen, die vielleicht nicht alle ein und derselben Species zugehören, entsteht die Spore als ein kernartiger Körper im Centralkörper, um sich, ehe er sich weiterbildet, oft erst noch amitotisch zu theilen. Dann wandelt er sich allmählich in die Spore um, indem er die Bestandtheile der Zelle und des Centralkörpers in concentrirter und vielleicht auch in chemisch veränderter Form in sich aufnimmt. Der Bacillus kann eine oder zwei Sporen besitzen, ohne sich im letzteren Falle in zwei Zellen zu theilen, wie dies bei anderen Bacillen der Fall zu sein scheint, oder doch so angenommen wird.

Es wird vielleicht in der obigen Darstellung die Einheitlichkeit vermisst worden sein, und es mochte wohl auffallen, dass bei einem Bacillus im Bau und in der Sporenbildung so viel Variationen statthaft sein sollen. Mag nun auch die eine oder die andere Form hier auszuschalten sein und einer anderen Art angehören, so war es zwischen den meisten doch nicht möglich, eine strenge und natürliche Scheidung vorzunehmen. Es möchte daher nichts wahrscheinlicher sein, als dass die verschiedenen Lebensbedingungen zum Theil wenigstens verschiedene Form- und Entwickelungszustände hervorriefen, eine Folgerung, die bei Bacterien seit den Untersuchungen R. Koch's und seiner Schüler nichts Neues und Absonderliches mehr darbietet.

---

[1] Der Name „Spaltpilz" ist etymologisch und logisch nicht ganz geschickt; denn unsere Pilze „spalten" sich nicht, was doch wohl in der Längsaxe geschehen müsste, sondern sie zerbrechen oder halbiren sich senkrecht zu ihr. Die „Spaltung" organisirter Materie, eine andere Auslegung, ist doch auch keine so ausschliessliche und charakteristische Eigenschaft der Bacterien.

Die beschriebenen Variationen werden es vor der Hand nicht gerathen erscheinen lassen, aus allen Vorgängen bei unserem Kaulquappenbacillus allgemeine Schlüsse zu ziehen. Wie indessen der Centralkörper so allgemein verbreitet ist, so wird vermuthlich auch bei anderen Bacterien die Spore aus einem endogen entstehenden kernartigen Körper hervorgehen. Es möchte daher in der obigen Darstellung die Grundlage zu einer einheitlichen Auffassung der Sporenbildung bei Bacteriaceen und verwandten Organismen gelegt worden sein.

Berlin, im August 1891.

Erklärung der Abbildungen.

(Tafel XIV.)

Sämmtliche Abbildungen, mit Ausnahme von Figg. 26 und 32 (Vergr. = 1800 bis 2000), sind bei einer Vergrösserung von ca. 1200 bis 1400 dargestellt worden.

Fig. 1. Ein zusammenhängendes Bacillenpaar aus dem Darm von Blabera, nach dem Leben, mit sichtbarem Centralkörper.

Fig. 2. Ein einzelner Bacillus derselben Species mit unsymmetrisch liegendem Centralkörper. Nach dem Leben.

Fig. 3. Dasselbe, kurz nach der Zelltheilung, behandelt mit Salpetersäure-Sublimat-Alkohol. Man sieht das Maschenwerk im Centralkörper.

Fig. 4. Grosser lebender Bacillus aus dem Dünndarm einer Eidechse, mit grossem, glänzendem Centralkörper.

Fig. 5 bis Fig. 33 Bacillen aus dem Darm einer Kaulquappe.

Fig. 5. Grüne, im Absterben begriffene Form, mit im Leben sichtbarem, grossem Centralkörper; wenig glänzend.

Fig. 6. Grüner glänzender Bacillus sich quertheilend.

Fig. 7. Noch lebender Bacillus mit fast reifer grüner Spore, mit Hof, in dem deutlich sichtbaren Centralkörper liegend.

Fig. 8. Noch lebender Bacillus mit zwei bald reifen Sporen. Sehr häufige Erscheinung. Die eine Spore liegt schon schief.

Fig. 9. Zelle (Centralkörper) mit zwei symmetrisch liegenden bald reifen Sporen; jede mit einem Hof. Die Zelle ist noch grün. Nach Behandlung mit Sublimat wird das grobe Netzwerk des Centralkörpers sichtbar, mit „Glanzkörnern“ (Rothe Körner Bütschli's).

Fig. 10. Zelle mit einem central im Centralkörper liegenden, schon leicht grünen Sporenkern. Structur nach Behandlung mit Sublimat-Alkohol deutlich werdend. Die dünne Rindenschicht grüner als der Centralkörper.

Fig. 11.[1] Lebende, enorm grosse Zelle, lebhaft glänzend. Im Innern isolirt der homogene farblose Centralkörper. Die dicke Rindenschicht grün, mit feiner Granulation und einzelnen glänzenden Kügelchen. *a* hohe Einstellung, *b* optischer Schnitt.

Fig. 12. Grüne Zelle mit centralem farblosem Centralkörper, in dessen Centrum der ovale Sporenhof mit schon grünem, sich amitotisch theilenden Sporenkern (bisquitförmig). Zelle noch ziemlich stark glänzend. (Schiefe Beleuchtung).

Fig. 13. Zelle und Centralkörper leicht grün; in letzterem ein Sporenkern. Behandlung mit salpetersaurem Sublimat-Alkohol. Im Zellplasma feineres, im Centralkörper und Centralkern gröberes Netzwerk mit grünlichen Glanzkörnchen.[2]

---

[1] Vergl. Bütschli (a. a. O.) Fig. 2 von Ophidomonas jenensis Ehb.

[2] Diese sind wahrscheinlich nicht ursprünglich grün, sondern erst durch den in Lösung gerathenen Farbstoff des Bacillus tingirt worden (vergl. a. a. O. 2 S. 13), wie Bütschli schon Aehnliches fand.

Fig. 14. Zelle mit centralem Centralkörper und gleichmässig dünner, grüner Rindenschicht, deren Bau alveolär ist (Fig. 26). Eine Spore bald reif, die andere nicht ausgebildet.

Fig. 15. Zelle (Centralkörper) mit excentrischem Sporenkern. Schönes Netzwerk (des Centralkörpers und des Sporenkerns) nach Behandlung mit salpetersaurem Sublimat-Alkohol.

Fig. 16. Abgestorbener Bacillus mit halbisolirtem, körnig gewordenem Centralkörper; dieser mit excentrischem Sporenkern.

Fig. 17. Grüner lebender Bacillus mit fadenartigem Gebilde und excentrischem, schon grünem Sporenkern, welcher sich bisquitartig theilt.

Fig. 18. Kurzer, dicker Bacillus, lebend, mit grossem, excentrischem Centralkörper. Dieser enthält einen fast endständigen, reifenden (halbglänzenden) Sporenkern, Faden und grosse periphere Glanzkörner, die auch im Sporenkern liegen. *a* höchste Einstellung, *b* etwas tiefer, *c* fast optischer Schnitt, *d* tiefere Einstellung. Nach dem Leben.

Fig. 19. Verkrüppelter kurzer Bacillus, grün, mit halbreifer, fast endständiger Spore. Glanzkörner. Faden mit Körnchen besetzt. Nach dem Leben.

Fig. 20. Eine ähnliche Zelle, aus demselben Wirth mit, wie es scheint, degenerirter Spore, deren Membran sichtbar ist.

Fig. 21. Glänzender grüner Bacillus (lebend) mit zwei endständigen halbreifen Sporen in je einem Hof. Farbstoff in grünen Flecken.

Fig. 22. Verkrüppelter grüner Bacillus, *a* bei hoher Einstellung, *b* im optischen Schnitt. Sporenkern schon grün, mit verschwindenden Glanzkörnern; lebend.

Fig. 23. (s. Fig. 15). Grüner Bacillus mit grünlichem Centralkörper. Frisch behandelt mit Sublimat. Faden mit Körnchen. Endständige halbreife Spore, granulirt.

Fig. 24. Freiwerden einer Spore. Der Centralkörper ist noch zu erkennen und grünlich.

Fig. 25. Spore mit glänzender, dicker Kapsel.

Fig. 26. Halbschematische Darstellung der Rindenschicht, Sublimat (s. Fig. 14).

Fig. 27. Zwei reife Sporen im todten Bacillus, dessen faltige Membran sichtbar ist.

Fig. 28. Bacillus mit endständiger Kapselspore und Faden. Durch Jod wird eine schaumige Structur des Plasmas mit dicken Wänden hervorgerufen.

Fig. 29. Todter, verblasster Bacillus.

Fig. 30. (s. Fig. 27). Zwei reife Sporen zusammengerückt.

Fig. 31. Ebenso; eine Spore schief gelagert.

Fig. 32. Wie Fig. 28, nach Jodzusatz, stärker (Vergr. = 1800) vergrössert.

Fig. 33. Optischer Querschnitt eines Bacillus mit grüner Rindenschicht, Spore und Sporenhof im Centralkörper (s. Fig. 12).

[Aus dem Laboratorium des Prof. W. Hempel in Dresden.]

Ein neues Verfahren zur Züchtung anaërober Bacterien.

Von

Dr. **W. Hesse**
in Dresden-Strehlen.

Die bisher beschriebenen Apparate zur Züchtung anaërober Bacterien bei vollständigem Luftabschluss sind, soweit der Luftabschluss durch Zuschmelzen der Gläser bewirkt wird, unbequem zu handhaben, und, soweit zum Abschliessen der Luft Gummipfröpfe und Flüssigkeiten verwendet werden, wegen des Gasaustausches, welcher durch Lösung der Gase in der Gummimasse und den Sperrflüssigkeiten erfolgt, unvollkommen.

Unter Anwendung von Quecksilber lässt sich leicht eine Anordnung treffen, bei welcher die Präparate jeder Zeit leicht zugänglich sind und trotzdem eine absolut gasdichte Absperrung mit einfachsten Mitteln erreicht wird.

Bei vielfach abgeänderten Versuchen haben sich nachfolgend beschriebene Anordnungen in jeder Weise bewährt.

A. Methode zur Züchtung anaërober Bacterien in Reagirgläsern mit festem Nährboden.

(Hierzu Fig. 1.)

Das mit festem Nährboden[1] beschickte Reagirglas wird, nachdem man die lockere Watte *a* einige Centimeter in sein Inneres hineingeschoben, mit der Oeffnung nach unten in Quecksilber eingetaucht, welches sich in einem kleinen, an einem starken Draht *b* mittels einer Drahtschlinge

[1] Ich benutze mit Vorliebe Eiweiss, das in Stücken von 1 cm Durchmesser aus frisch gesottenen Eiern ausgestochen wird, und sterilisire dasselbe in 1 cm weiten Reagirgläsern.

befestigten Porzellantiegel befindet. Der kleine Apparat wird mittels des Drahtes auf den Boden eines engen hohen Becherglases *c* gestellt. Nun leitet man vermittelst eines am Ende umgebogenen und mit einem Kipp'schen Apparate in Verbindung stehenden Glasröhrchens *d* unter Quecksilber Wasserstoff[1] in das Reagirglas und entfernt das Glasröhrchen wieder, sobald die atmosphärische Luft vollkommen verdrängt ist. Das Reagirglas wird während und nach der Wasserstoffzuleitung mit einem in das Becherglas eingepressten Wattebausch in seiner Lage erhalten.

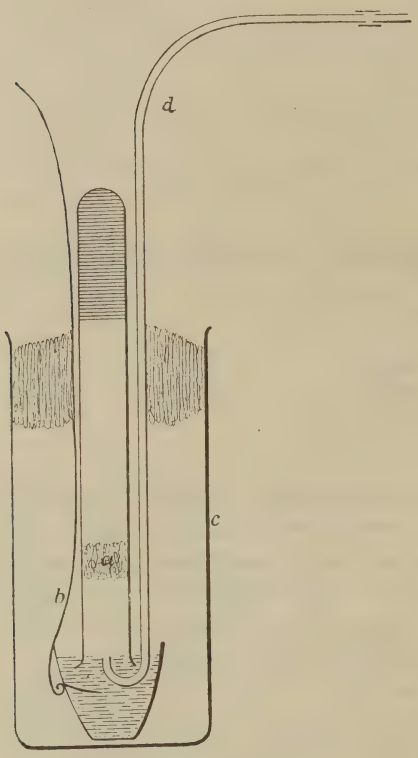


Fig. 1.

Derartige Apparate hält man sich in der erforderlichen Anzahl vorräthig.

Zum Zwecke der Züchtung nimmt man das Glas aus dem Quecksilber, entfernt den Wattepfropf, impft, bringt den Wattepfropf wieder ein, taucht das Glas wieder in Quecksilber und leitet wieder Wasserstoff zu.

Falls der Nährboden sich verflüssigt oder Flüssigkeit absondert, kann der benutzte Wattepfropf nach Bedarf erneuert werden. Das etwa verunreinigte Quecksilber wird im Dampfapparat sterilisirt.

B. Apparat für flüssige und sich verflüssigende Nährböden, sowie Platten.

(Hierzu Fig. 2.)

Derselbe besteht aus einer auf drei Füssen stehenden, ebenen, runden, lackirten Gusseisenplatte *a*[2] von etwa 20 cm Durchmesser mit nahe am Rande verlaufender, 2 cm breiter und 3 cm tiefer Rinne, die sich an dem einen Fusse in ihrer ganzen Weite nach $2^1/_2$ cm vertieft.

Diese Rinne wird zur halben Höhe mit Quecksilber angefüllt.

[1] Der Wasserstoff wird vermittelst Durchleitens durch eine Wasserflasche, welche 6 Procent Permanganatlösung enthält, gereinigt.

[2] Bezugsort: Fabrik von Gebr. Barnewitz in Dresden, Falkenstrasse 22.

Die mit den inficirten Nährstoffen beschickten, undicht schliessenden[1] Doppelschälchen werden auf den mit Fliesspapier bedeckten, centralen, von Quecksilber eingeschlossenen Theil des Apparates verbracht und mit einer auf dem Quecksilber schwimmenden Glasglocke *b*, deren Boden mit angefeuchtetem Fliesspapier[2] belegt ist, bedeckt.

Nun wird die Glocke unter Quecksilber, wie vorhin beschrieben, mit Wasserstoff gefüllt. Es gelingt leicht mit einem am Ende U-förmig umgebogenen, mit dem Kipp'schen Apparate verbundenen Glaszuleitungsröhrchen *c* unter die Glocke zu kommen, wenn man als Einführungsstelle den hohlen mit Quecksilber gefüllten Fuss wählt.

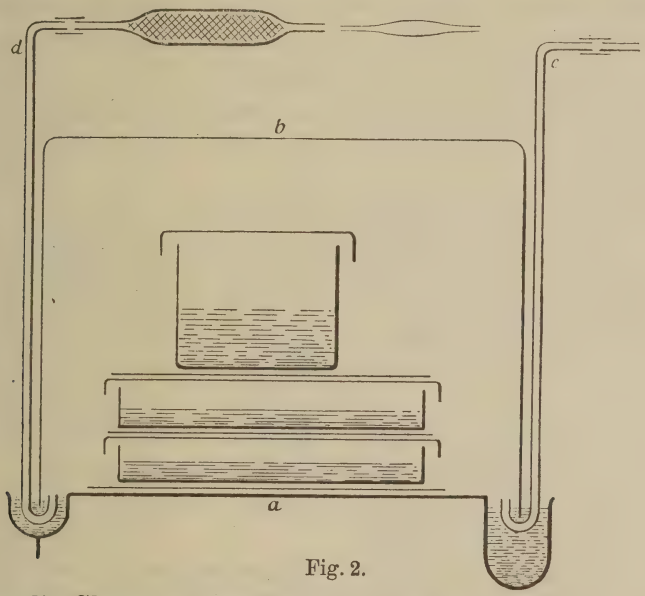


Fig. 2.

Wenn die Glocke dünnwandig ist, genügt der während der Gaszuleitung entstehende Ueberdruck, um die Glocke zu heben und den Ueberschuss an Gas entweichen zu lassen; anderenfalls ist das Glockeninnere durch ein zweites U-förmig gebogenes und durch den hohlen Fuss eingeführtes Gasableitungsröhrchen *d*, welches nunmehr unter dem Glockenrande beliebig verschoben werden kann, zu ventiliren.

Um den Eintritt von Quecksilber in die Glasröhrchen zu verhüten, braucht man nur die äussere Oeffnung derselben beim Einführen mit dem Finger zuzuhalten.

[1] Zur Förderung des Gasaustausches empfiehlt es sich, Glasschalen mit durchbrochenem oder gezacktem Rande und weit übergreifendem Glasdeckel zu benutzen.

[2] Falls mehrere Schälchen übereinander gestellt werden sollen, ist zur Aufnahme des Condenswassers zwischen je zwei Schälchen ein Stück Fliesspapier einzuschalten.

Die Prüfung des aus der Glocke abströmenden Gases geschieht durch Vorhalten einer Flamme vor die Ausströmungsöffnung des mit Drahtgaze ausgestopften und mit einer Capillare versehenen gasabführenden Glasröhrchens.

Die Aushöhlung des einen Fusses erweist sich besonders nützlich, wenn in Folge stärkerer Temperaturschwankungen die Glasglocke fest auf den Boden der Rinne aufgepresst ist und nicht mehr aufgehoben werden kann, weil in solchen Fällen ohne alle Mühe das mit dem Wasserstoffentwickler verbundene Glasröhrchen unter dem Glockenrande weg in das Innere der Glocke eingeführt werden kann.

Selbstverständlich ist dafür Sorge zu tragen, dass sich zwischen dem Kipp'schen Apparate und dem Gaszuleitungsröhrchen nirgends längere Stücke von Gummirohr befinden, vielmehr stets Glas auf Glas stösst.

Dieser Apparat erscheint bei wenig veränderter Anordnung namentlich auch zur Untersuchung der gasförmigen Stoffwechselproducte der Bacterien geeignet.

Die Vortheile beider Apparate sind folgende:

1. Sie sichern einen vollkommenen und dauernden Luftabschluss.
2. Ihre Handhabung ist einfach, bequem und wenig zeitraubend.
3. Die Nährböden befinden sich in ihnen stets in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre.
4. Sie sind ebenso bei gewöhnlicher Temperatur wie im Brütofen verwendbar.

Das Einzige, was an denselben auszusetzen sein dürfte, ist, dass sie sich in beschicktem Zustande nicht für den Versandt eignen.

Für diesen Fall empfehle ich folgendes Verfahren:

a) Bei nicht flüssigem Inhalt:

Das Reagirröhrchen wird nach erfolgter Impfung an seiner Oeffnung oberhalb des tief in sein Inneres geschobenen Wattepfropfes zu einer Capillare ausgezogen und an letzterer mit der Quecksilberluftpumpe verbunden.

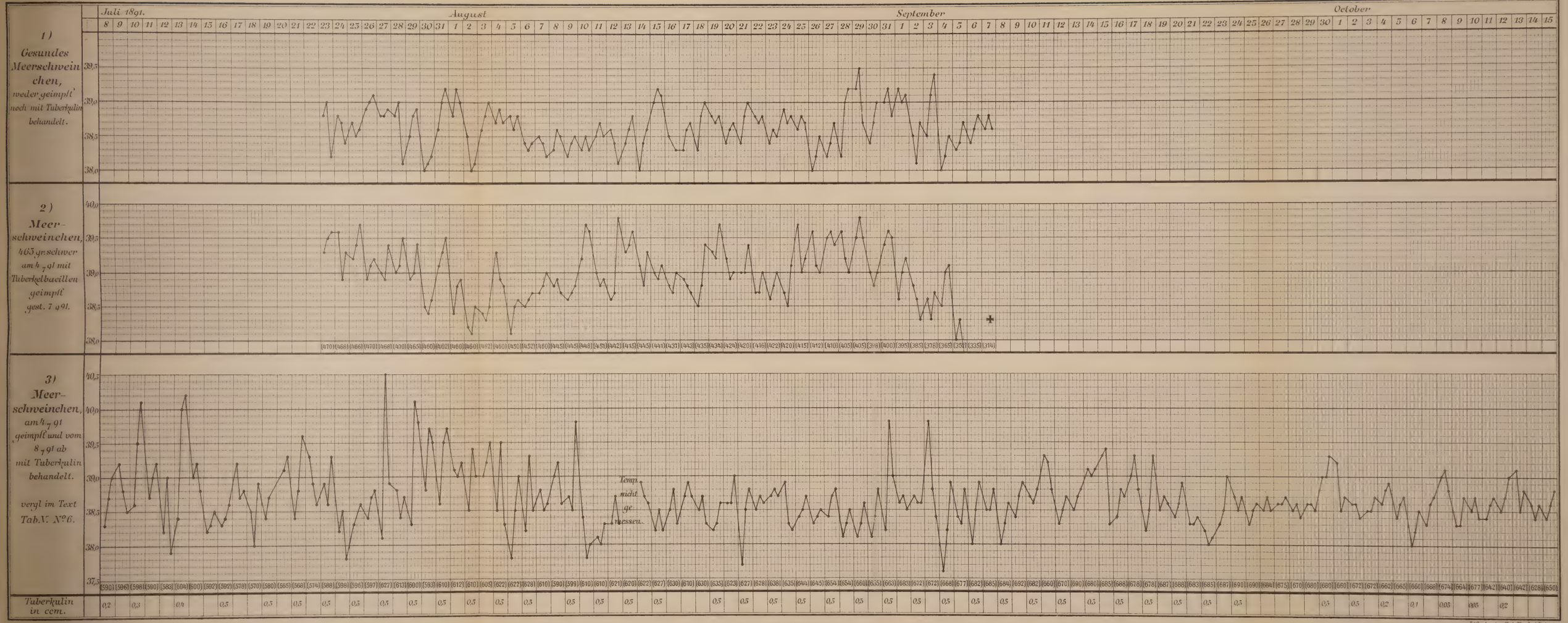
Wenige Hübe genügen, um das Röhrchen luftleer zu machen.

Dann wird die Capillare abgeschmolzen. Zum Zweck der Untersuchung des Inhaltes ist der ausgezogene Theil des Glases abzusprengen.

Darnach kann das Röhrchen abermals in derselben Weise luftleer gemacht und verschlossen werden.

b) Bei flüssigem Inhalte:

Man benutzt Reagirgläser mit 2, einige Centimeter von einander befindlichen Wattepfröpfen, verhütet sorgfältig jede Verunreinigung des inneren Pfropfes, zieht das Glas sowohl am Rande als zwischen den Pfropfen capillar aus und schmilzt schliesslich das luftleer gemachte Glas zwischen den Pfropfen ab.



Verlag Veit & Comp. Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

LIBRARY
1 3 MAY 1925

[Aus dem Institut für Infectionskrankheiten zu Berlin.]

Beitrag zur Behandlung tuberculöser Meerschweinchen mit Tuberculinum Kochii.

Von

Stabsarzt Professor **E. Pfuhl,**
commandirt zum Institut für Infectionskrankheiten.

(Hierzu Taf. XV.)

Seit Mitte April d. J. bin ich mit Versuchen über die zweckmässigste Art der Behandlung tuberculöser Meerschweinchen mit Tuberculinum Kochii beschäftigt. Die betreffenden Versuche sind jetzt nach Ablauf eines halben Jahres zwar noch nicht abgeschlossen und müssen deshalb noch weiter fortgeführt werden; doch glaube ich mit den bisherigen Untersuchungsergebnissen schon jetzt hervortreten zu sollen, da dieselben nicht nur für die einschlägigen Thierexperimente, sondern auch für die Behandlung tuberculöser Menschen manche Fingerzeige enthalten dürften.

Als ich mit den Versuchen begann, war mir wohl bekannt, dass Geheimrath Koch bei tuberculösen Meerschweinchen mit grossen Dosen Tuberculin sehr günstige Erfolge erzielt hatte. Doch mit Rücksicht auf die Mahnungen mancher Kliniker, nur kleine Dosen Tuberculin für die Behandlung von Tuberculösen zu wählen, schien es mir nothwendig, auch bei der Behandlung tuberculöser Meerschweinchen kleine Dosen zu versuchen. Da sich der Werth einer Behandlungsmethode bei tuberculösen Meerschweinchen viel rascher endgültig feststellen lässt, als bei tuberculösen Menschen, so durfte ich annehmen, dass das Ergebniss des Versuches für die Wahl der Behandlungsmethode nicht ohne Bedeutung sein würde. Zu den Versuchen wurden Meerschweinchen benutzt, die frisch angekauft und dann mit Reinculturen von Tuberkelbacillen geimpft waren.

Um Verschiedenheiten des Verlaufes der Impftuberculose so viel als möglich auszuschliessen, wurden, abgesehen von einer Ausnahme,[1] Culturen derselben Herkunft zu den Impfungen verwandt, und auch die Impfungen selbst immer in derselben Weise ausgeführt. Bei den letzteren wurde eine etwa stecknadelkopfgrosse Menge der Reincultur unter die Haut der rechten Bauchseite gebracht und dabei besonders darauf geachtet, dass auch Impfmaterial unter die Fascie gelangte. Der Controle wegen wurde eine gewisse Anzahl von Thieren nicht behandelt, sondern sich selbst überlassen.

Da es für die Beurtheilung des Einflusses der Behandlung von Wichtigkeit ist, dass man sich vorher über den Verlauf der Tuberculose bei einem nicht behandelten Thier orientirt, so gestatte ich mir darüber Folgendes anzugeben.[2] Am Tage nach der Impfung mit Tuberkelbacillen ist die Impfwunde locker verklebt. In den nächsten Tagen wird die Verklebung fester und es entsteht darunter ein Knoten, welcher etwa Erbsengrösse erreicht. In der zweiten Woche nach der Impfung pflegt die Impfwunde wieder aufzubrechen und es entsteht ein Geschwür, welches käsigen Eiter absondert. Dieses Geschwür heilt nie von selbst, sondern bleibt bis zum Tode bestehen, wenn sich auch die zuerst wallartigen und z. Th. unterminirten Ränder mit der Zeit abflachen. Gleichzeitig mit dem Aufbrechen des Geschwüres zeigt sich eine Schwellung der zunächst gelegenen Lymphdrüsen in der rechten Leistengegend. Etwa drei Wochen nach der Impfung pflegen auch die Lymphdrüsen in der rechten Achsel und in der linken Leiste eine Vergrösserung zu zeigen. Je näher die Lymphdrüsen der Impfstelle liegen, desto stärker schwellen sie an. In der rechten Leiste wird das Drüsenpaket manchmal haselnussgross. Abgesehen von dem Impfgeschwür und den Drüsenanschwellungen, sowie von geringen Fiebererscheinungen pflegt man im ersten Monat nach der Impfung nichts Krankhaftes zu bemerken, ja das Thier kann, wenn es im Wachsen begriffen ist, noch an Gewicht zunehmen. Im zweiten Monat pflegt das Thier unter unregelmässigem geringen Fieber abzumagern, zuerst ziemlich langsam, in der letzten Lebenswoche jedoch sehr stark. Manchmal beträgt das Gewicht beim Eintritt des Todes nur $^2/_3$ von dem Gewicht zur Zeit der Impfung.

---

[1] Zum Vergleich wurden einige Thiere mit einer von Prof. Dönitz gerade frisch hergestellten Cultur geimpft. Dieselben verhielten sich jedoch in Bezug auf den Verlauf der Tuberculose nicht anders als die übrigen Thiere.

[2] Vgl. auch R. Koch, Die Aetiologie der Tuberculose. *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* Bd. III. S. 42—45 und Strauss et N. Gamaleïa, Recherches experimentales sur la tuberculose. *Arch. de méd. expérim.* 1. Juillet 1891.

Eine Temperaturcurve, sowie die Gewichtsangaben vom 19. Krankheitstage ab bis zum Tode finden sich auf der Curventabelle (Tafel XV) bei Meerschweinchen Nr. 2. Beim Vergleich der Temperaturcurve des letzteren mit der darüberstehenden des gesunden Meerschweinchens Nr. 1 fällt sofort das unregelmässige, wenn auch geringe Fieber des tuberculösen Thieres auf. Bei der Obduction findet man die Controlthiere stark abgemagert, die Impfstelle nicht vernarbt, sondern geschwürig, die Leisten- und Achseldrüsen geschwollen und verkäst. Das Netz zeigt manchmal zahlreiche Tuberkelknötchen.

Die Milz ist von allen Organen am stärksten verändert. Sie ist ausserordentlich stark vergrössert, manchmal um das 50- bis 60-fache ihres ursprünglichen Volums, indem sie eine Länge von 6 cm, eine Breite von 3 cm und eine Dicke von 1 cm erreichen kann. Dabei sieht sie weiss und roth marmorirt aus. Die weissen Partien, welche zusammengerechnet häufig mehr als die Hälfte der Milz einnehmen, bestehen aus nekrotischem Gewebe. Die rothen hyperämischen Partien sind mit zahlreichen kleineren und grösseren grauen Tuberkelknötchen durchsetzt.

Die Leber ist mässig vergrössert, gelblichbraun und mit kleineren und grösseren gelblich weissen Flecken versehen. Die letzteren entsprechen nekrotischen Gewebspartien, die ein wenig Gallenfarbstoff angenommen haben. Die gelblich-braune Lebersubstanz lässt eine mehr oder weniger vorgeschrittene Verfettung der Leberläppchen, sowie eine Verbreiterung der interlobulären Bindegewebszüge erkennen. Sehr häufig finden sich darin noch frische graue Knötchen. Die nekrotischen Stellen nehmen manchmal ein Drittel der ganzen Leber und mehr ein. Im Verhältniss zu den beiden zuletzt genannten Organen ist die Tuberculose der Lungen viel weniger vorgeschritten. Nekrosen finden sich niemals darin, sondern nur zahlreiche hirsekorn- bis hanfkorngrosse graue Knötchen, von denen die ältesten häufig ein gelbliches Centrum zeigen. Zur käsigen Erweichung kommt es an den tuberculös entarteten Stellen der inneren Organe niemals, dagegen sehr häufig in den Lymphdrüsen und in dem Infiltrat an der Impfstelle. Tuberculöse Veränderungen an den Nieren wurden nicht vorgefunden.

Im Anschluss an die Schilderung der bei der Obduction sich vorfindenden tuberculösen Veränderungen will ich hier noch erwähnen, dass bei jeder Section auch auf intercurrente Infectionskrankheiten geachtet werden muss. Letztere befallen nicht selten die tuberculösen Thiere, und zwar nicht nur während der Behandlung mit Tuberculin, sondern auch schon vorher. Fast in allen Fällen, in denen tuberculöse Meerschweinchen auffallend früh zu Grunde gehen, sind, wenn nicht gerade eine traumatische Milzruptur vorliegt, intercurrente Infectionskrankheiten

daran Schuld. In zwei solchen Fällen fand ich Pseudotuberculose vor, die durch den von A. Pfeiffer beschriebenen Bacillus verursacht war. Die intercurrenten Pneumonien, die ich bei meinen Versuchsthieren antraf, waren nicht durch den Diplococcus pneumoniae, sondern durch kleine unbewegliche, die Gelatine nicht verflüssigende Bacillen bedingt, die mit dem Pfeiffer'schen Bacillus eine gewisse Aehnlichkeit hatten. Ganz besonders verhängnissvoll war jedoch für meine Versuchsthiere eine Infectionskrankheit, die makroskopisch nur Lungenhyperämie mit auffallendem Hervortreten der oberflächlich gelegenen Gefässe, sowie Leberhyperämie und in weiteren Stadien parenchymatöse Leberentzündung oder Leberverfettung erkennen liess. Als Ursache dieser Krankheit wurde ein Bacillus gefunden, der etwas kleiner als der Typhusbacillus, dabei lebhaft beweglich war, die Gelatine nicht verflüssigte und auf Kartoffeln einen gelblich-weissen Belag bildete, während die Kartoffelsubstanz sich schwarz färbte.[1]

Als ich diese Infectionskrankheit noch nicht kannte, hatte ich mehrere frühzeitige Todesfälle nicht auf diese, sondern auf die Behandlung mit Tuberculin geschoben, ein Fehler, in den vielleicht auch manche andere Experimentatoren verfallen sind. Will man derartige Missdeutungen vermeiden, so darf man Thiere, die schon bald nach der Impfung oder einige Wochen darauf eine zunehmende Abmagerung zeigen, nicht zur Behandlung mit Tuberculin heranziehen, da in solchen Fällen der Verdacht besteht, dass die betreffenden Thiere von anderen Infectionskrankheiten befallen sind.

Tabelle I.

Nummer	Gewicht bei der Impfung in Gramm	Datum der Impfung 1891	Datum des Todes 1891	Zeitdauer von der Impfung bis zum Tode	
				in Tagen	in Wochen (abgerundet)
1	280	13./4.	25./5.	42	6
2	525	16./6.	13./8.	58	8
3	415	30./6.	3./9.	65	9
4	465	4./7.	7./9.	65	9
5	335	13./7.	3./9.	52	$7^1/_2$
6	395	20./7.	5./10.	76	11
7	304	25./8.	13./10.	49	7
8	430	17./8.	18./10.	61	9

[1] Ausführlichere Beschreibungen der bei tuberculösen Meerschweinchen vorkommenden intercurrenten Infectionskrankheiten werden später erfolgen.

Von besonderer Wichtigkeit war es, festzustellen, wie lange die Controlthiere nach der Impfung noch lebten, um die Lebensdauer der mit Tuberculin behandelten Thiere damit vergleichen zu können; denn eine Behandlungsmethode ist um so besser, je länger dadurch das Thier nach der Impfung am Leben erhalten wird.

Ueber acht Thiere, die niemals Tuberculin erhalten haben, sondern zur Controle sich selbst überlassen wurden, giebt die vorstehende Tab. I Auskunft.

Nach dieser Tabelle lebte ein junges, nur 280 grm wiegendes Thier (Nr. 1) nach der Impfung nur noch 42 Tage oder 6 Wochen, ein etwas älteres Thier von 304 grm (Nr. 7) 7 Wochen und ein weiteres Thier (Nr. 5) von 335 grm Gewicht 52 Tage oder etwa $7^1/_2$ Wochen. Meerschweinchen dagegen, welche schon mehr ausgewachsen waren, lebten 58 bis 76 Tage oder 8 bis 11 Wochen, also im Durchschnitt 63 Tage oder 9 Wochen.

Doch wird der Verlauf der Impftuberculose schon verzögert, wenn eine oder mehrere starke Dosen von Tuberculin [1] den tuberculösen Thieren injicirt werden. Ich konnte dies bei fünf Thieren beobachten, die gelegentlich der Arbeiten des Hrn. Geheimrath Koch über die Reindarstellung des Tuberculins mit Tuberculinpräparaten getödtet [2] werden sollten, jedoch den Eingriff überstanden hatten und am Leben geblieben waren.

Tabelle II.

Nr.	Gewicht	Datum der Impfung 1891	Datum des Todes 1891	Zeitdauer von der Impfung bis zum Tode in Tagen	Zeitdauer von der Impfung bis zum Tode in Wochen (abgerund.)	An welchem Datum mit Tuberculin-Präparaten behandelt?
1	602	11./5.	24./7.	74	$10^1/_2$	8./6., 14./6., 25,/6.
2	335	13./5.	24./7.	72	10	11./6.
3	385	21./5.	16./8.	87	$12^1/_2$	21./6.
4	505	29./5.	1./9.	95	15	26./6.
5	205	7./6.	1./10.	116	17	3./7., 8./7., 13./7.

Vergleicht man die vorstehende Tabelle mit Tabelle I, so ist es nicht zu verkennen, dass diejenigen Thiere, welche eine oder mehrere grosse Tuberculindosen enthalten hatten, im Durchschnitt um einige Wochen später starben als die nicht behandelten. Es wird sich im Folgenden herausstellen, dass bei ihnen die Tuberculose im Durchschnitt sogar langsamer verlief als bei den mit kleinen Dosen behandelten Thieren.

[1] Vergl. auch Klebs, Ueber die Wirkung des Koch'schen Mittels auf die Tuberculose der Thiere. *Verhandlungen des Congresses für innere Medicin.* 1891.

[2] Vergl. Koch, Weitere Mittheilung über das Tuberculin. *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1891. Nr. 43.

Aus den zu Anfang angegebenen Gründen wurde die Behandlung zunächst mit kleinen Dosen unternommen. Sowohl diese Behandlungsmethode als die später zu erwähnenden wurden ohne Abänderung streng durchgeführt, auch wenn sich schon nach einigen Wochen herausstellte, dass der Erfolg zweifelhaft war.

Controlirt wurde die Wirksamkeit der Behandlung dadurch, dass die betreffenden Thiere jeden Morgen gewogen wurden. Sobald das Thier die Behandlung nicht vertrug, nahm sofort das Gewicht[1] ab. Ferner wurden bei verschiedenen Thiere behufs Feststellung von Reactionen Temperaturmessungen im Rectum vorgenommen, und zwar Morgens, Mittags und Abends.

Die Resultate der Behandlung mit kleinen Dosen, die sich, wie bereits erwähnt, am besten aus der Zeitdauer von der Impfung bis zum Tode erkennen lassen, sind in der Tabelle III zusammengestellt.

Nach der nebenstehenden Tabelle lebten die Meerschweinchen, die mit 0·0002 oder 0·0005 ccm 4tägig, 2tägig oder täglich, sowie diejenigen, die mit 0·0005 2 Mal am Tage behandelt waren, nicht länger als die Controlthiere; doch starben sie auch nicht früher als die letzteren. Man muss daher Dosen unter 0·0001 ccm als unwirksam bezeichnen. Auch eine Dosis von 0·001 ccm jeden zweiten Tag verabreicht, war ohne besonderen Nutzen. Erst wenn 0·001 Tuberculin täglich gegeben wurde, zeigte sich eine gewisse Hemmung des Verlaufs der Tuberculose.

Ein Meerschweinchen, das gleich nach der Impfung in dieser Weise behandelt worden war, lebte 14 Wochen lang. Der Ausbruch und die Verbreitung der Tuberkelbacillen im Thierkörper war durch den sofortigen Beginn der Behandlung zwar nicht verhindert worden, doch zeigte sich der Obductionsbefund von dem gewöhnlichen so verschieden, dass er einer besonderen Erwähnung verdient: Die Impfwunde war vernarbt. Die rechtsseitigen Leistendrüsen erbsengross, derb und mit kleinen käsigen Herdchen durchsetzt. Die Leber war braunroth und zeigte keine Verfettung der Lebersubstanz. Auch waren makroskopisch keine Tuberkel-

[1] Nicht selten kam es vor, dass sämmtliche im Versuch befindliche Thiere gleichzeitig an Gewicht verloren hatten. Es hatte dies darin seinen Grund, dass die Thiere am Tage vorher ungenügendes Futter bekommen hatten. Erfahrungsgemäss kommen derartige Gewichtsabnahmen am häufigsten an den Montagen vor, weil die Thiere nicht selten am Sonntag Nachmittag von dem Thierwärter vernachlässigt werden. Sehr starke Gewichtsabnahmen kamen ferner in der ersten Hälfte des Juni d. J. vor. Dieselben waren nicht durch die Behandlung mit Tuberculin verursacht, sondern durch den Umstand, dass die Mohrrüben, aus denen die Thiere ihren Wasserbedarf decken mussten, alt und welk waren und frische Rüben noch nicht beschafft werden konnten.

Tabelle III.

Nr.	Gewicht bei der Impfung in Gramm	Wieviel Cubikctm. Tuberculin injicirt?	Wie oft injicirt?	Wie lange vor dem Beginn der Behandlung geimpft? Wochen	Wie lange nach dem Beginn der Behandlung gelebt? Wochen	Wie lange im Ganzen nach der Impfung gelebt? Wochen	Besonders auffällige Erscheinungen während der Behandlung oder bei der Section
1	490	0·0002	4 tägig	3	$5^1/_2$	$8^1/_2$	
2	380	0·0002	2 „	3	5	8	
3	440	0·0002	täglich	3	8	11	Impfwunde nach 3 Woch. geheilt
4	277	0·0002	„	2	6	8	
5	550	0·0005	4 tägig	$3^1/_2$	$6^1/_2$	10	
6	510	0·0005	2 „	3	$4^1/_2$	$7^1/_2$	
7	530	0·0005	täglich	2	7	9	
8	362	0·0005	„	3	6	9	
9	623	0·001	2 tägig	4	7	11	
10	405	0·001	täglich	frisch geimpft	14	14	Impfstelle nach $2^1/_2$ Monaten verheilt. Tod an Lungentuberculose. Leber frei; Milztuberculose nur mässig vorgeschritten.
11	390	0·001	„	schon 5 Tage vor der Impfung injicirt	$13^1/_2$	$13^1/_2$	
12	525	0·001	„	5	$6^1/_2$	$11^1/_2$	Lungentuberculose weit vorgeschritten, Leber- und Milztuberculose zurückgeblieben.
13	590	0·0005	täglich 2 mal	frisch geimpft	$6^1/_2$	$6^1/_2$	
14	575	0·0005	„	$6^1/_2$	4	$10^1/_2$	

Tabelle

Nr.	Gewicht bei der Impfung in Gramm.	Wie viel Cubikcentimeter a) Tuberculin b) von anderen Mitteln injicirt?	Wie oft injicirt? a) Tuberculin, b) andere Mitttel	Wie lange vor dem Beginn der Behandlung geimpft?
1	355	a) 0·001 b) Calomel 0·001	a) täglich b) 8 tägig	frisch geimpft
2	358	a) 0·001 b) Calomel 0·001	a) täglich b) 8 tägig	4 Wochen
3	430	a) 0·001 b) Sublimat 0·001	a) täglich b) 2 tägig	3 „
4	460	a) 0·0002 b) Sublimat 0·00025	täglich	3 „
5	490	a) 0·001 b) Sublimat 0·001	a) 2 tägig b) 2 tägig	frisch geimpft
6	630	a) 0·0002 b) Sublimat 0·00025	täglich	„
7	220	a) 0·0002 b) Aurokaliumcyanat 0·0004	„	3 Tage
8	510	a) 0·001 b) Aurokaliumcyanat 0·001.	„	3 Wochen
9	600	a) 0·001 b) Silberchlorid 0·001	2 tägig	$2^1/_2$ „
10	610	a) 0·001 b) Silberchlorid	„	$2^1/_2$ „
11	709	a) 0·005 b) Sol. arsenical. $^3/_{10}$ Tropfen	täglich	1 „
12	600	a) 0·005 b) Sol. arsenical. $^3/_{10}$ Tropfen	„	5 „
13	445	a) 0·001 b) Sol. arsenical. $^3/_{100}$—$^{12}/_{100}$ Tr.	„	6 „
14	455	a) 0·001 b) Sol. arsenical. $^3/_{100}$—$^{12}/_{100}$ Tr.	„	frisch geimpft
15	255	a) 0·0005, später 0·001 b) Olivenöl 2 ccm	„	„
16	430	a) 0·0005 b) Kreosot 0·04	„	„
17	480	a) 0·0005 b) Kreosot 0·04	„	3 Wochen
18	465	a) 0·001 b) Kreosot 0·02, später 0·01	„	$6^1/_2$ „
19	455	a) 0·001 b) Kreosot 0·02, später 0·01	„	frisch geimpft
20	379	a) 0·001 b) Natr. benzoic. 0·005, später 0·0025	„	„
21	375	a) 0·001 b) Natr. benzoic. 0·005, später 0·0025	„	4 Wochen

IV.

Wie lange nach dem Beginne der Behandlung gelebt?	Wie lange im Ganzen nach der Impfung gelebt?	Besonders auffällige Erscheinungen während der Behandlung oder bei der Section
13 Wochen	13 Wochen	
4 „	8 „	
12 „	15 „	Sublimat nach 3 Wochen ausgesetzt. Bei der Section Lungentuberculose sehr vorgeschritten, Milz- und Lebertuberculose zurückgeblieben.
4½ „	7½ „	
9 „	9 „	
10 „	10 „	Leber- und Milztuberculose etwas zurückgeblieben.
12½ „	13 „	Desgl.
11 „	14 „	Leber und Milz wie bei den Controlthieren.
5 „	7½ „	Silber nach 12 Tagen ausgesetzt wegen zu starker Abmagerung des Thieres.
3 „	5 „	Silber nach 14 Tagen ausgesetzt. Tod an Nierenentzündung.
12½ „	13½ „	Arsen nach 14 Tagen ausgesetzt, weil es schlecht vertragen wurde. Tuberculindosis auf 0·001 erhöht.
1 „	6 „	Tod an Arsenvergiftung?
7 „	13 „	
11½ „	11½ „	
21½ „	21½ „	Impfstelle nicht geheilt. Lungen stark tuberculös, dagegen Milz- und Lebertuberculose zurückgeblieben.
9 „	9 „	
6 „	9 „	
5 „	11½ „	
17 „	17 „	Kreosot nach einigen Wochen ausgesetzt. Impfstelle verheilt. Lunge, Milz und Leber mit Tuberkeln durchsetzt. Die Milz zeigt nur wenige nekrotische Stellen, die Leber keine.
12 „	12 „	
9 „	9 „	

knötchen oder nekrotische Stellen darin zu erkennen. Die Milz war nur um das Fünffache des gewöhnlichen Volums vergrössert und mit miliaren Knötchen durchsetzt. Nekrotische Stellen waren darin nicht aufzufinden. Die Lungen dagegen wiesen viel ausgedehntere Veränderungen auf als die der Controlthiere. Die Tuberkelknoten hatten Hanfkorn- bis Linsengrösse erreicht und waren stellenweise in einander übergegangen. Das dazwischen liegende Gewebe war atelaktatisch, so dass nur wenige normale Lungenpartien übrig blieben. Die Tuberculinbehandlung hatte also sehr günstig auf die Impfwunde, auf die Leber und auf die Milz eingewirkt und dadurch wohl auch bedingt, dass das Thier nach der Impfung länger lebte als die Controlthiere. Dagegen war ein hemmender Einfluss des Tuberculins auf die Lungentuberculose des betreffenden Meerschweinchens nicht erkennbar. Die tuberculösen Veränderungen waren vielmehr weiter vorgeschritten, als bei den Controlthieren. Doch braucht man nun nicht gleich anzunehmen, dass die Lungentuberculose durch das Tuberculin verschlimmert worden wäre. Vielmehr kommt nur der Umstand in Betracht, dass sie vom Tuberculin nur wenig oder gar nicht im günstigen Sinne beeinflusst wurde. Entsprechend der längeren Lebensdauer des Meerschweinchens hatte sich die Lungentuberculose mehr ausbilden können, als bei den Controlthieren. Auch bei dem Meerschweinchen No. 12, das erst 5 Wochen nach der Impfung injicirt und nach $6^1/_2$ wöchentlicher Behandlung mit 0·001 pro die gestorben war, fanden sich bei der Section weit vorgeschrittene tuberculöse Veränderungen der Lungen; dagegen war die Tuberculose der Leber und der Milz erheblich zurückgeblieben, namentlich erschienen die nekrotischen Partien weniger ausgedehnt, als bei den Controlthieren. Wenngleich ein günstiger Einfluss von 0·001 ^{ccm} pro die nicht zu verkennen war, so genügten doch die damit erzielten Erfolge keineswegs. Es wurde in Folge dessen der Versuch gemacht, die bisherige Behandlungsmethode zu vervollkommnen und zwar

1. durch Combinationen mit Medicamenten, die auch sonst gegen Tuberculose empfohlen waren,
2. durch Steigerung der Tuberculindosen allein.

Bei der ersten Versuchsreihe kamen neben kleinen Tuberculindosen Calomel, Sublimat, Gold, Silber, Arsenik, Fett, Kreosot und benzoesaures Natron zur Verwendung und zwar ein- bezw. zweitägig. Ueber die Dosirung, sowie über die Resultate dieser Behandlungsmethode giebt die Tabelle IV Auskunft.

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass mit dieser combinirten Behandlung nicht bessere Resultate erzielt wurden, als mit täglichen Injectionen von 0·001 Tuberculin allein, ja, es wurden sogar einzelne Medicamente,

wie Silber und Arsenik, schlecht vertragen. Sehr auffallend ist es, dass aus der ganzen Versuchsreihe gerade dasjenige Thier, welches neben Tuberculin den indifferentesten Stoff erhielt, nämlich Olivenöl, am längsten erhalten blieb, obwohl die Impfstelle nicht verheilte. Vielleicht hat das Olivenöl, welches in einer Emulsion innerlich gegeben wurde, sogar günstig eingewirkt. Das Meerschweinchen, welches nach diesem am längsten lebte, gehörte zu denen, die Kreosot erhalten hatten. Doch war das letztere schon nach einigen Wochen ausgesetzt worden, weil die Magensonde nicht mehr den Schlund passiren konnte. Wenngleich meine bisherigen Erfahrungen über Combinationen von Tuberculin mit einer Reihe von bereits früher empfohlenen Medicamenten nicht günstig sind, so ist doch nicht ausgeschlossen, dass andere Combinationen bessere Erfolge aufweisen können. In Folge dessen werden im Institut für Infectionskrankheiten von anderen Mitarbeitern noch weitere Versuche in dieser Richtung angestellt, und zwar unter Steigerung der Tuberculindosen, während ich mich zur Behandlung mit gesteigerten Dosen von Tuberculin allein wandte. Zunächst nahm ich die Steigerung in sehr vorsichtiger Weise vor, indem ich von 0·0002 ccm ausging und jede folgende Gabe um 0·0002 ccm erhöhte. Sobald die täglichen Gewichtsmessungen ergaben, dass die Thiere abnahmen, wurde wieder zur Dosis von 0·0002 zurückgekehrt und die Steigerung von neuem begonnen. Höhere Dosen als 0·0018 wurden dabei nicht erreicht. Jedoch auch diese Art der Behandlung, die bei einem frisch geimpften Thier, sowie bei zwei 4 Wochen vorher geimpften Meerschweinchen in Angriff genommen wurde, zeigte keinen Erfolg.

Nach diesen Erfahrungen zögerte ich nicht länger, rascher mit den Dosen zu steigen und dann dauernd grosse Gaben zu verabreichen. Um nicht Zeit zu verlieren, begann ich die Behandlung gleich mit 0·001 oder noch höheren Dosen. Ist die Tuberculose schon sehr weit vorgeschritten wie z. B. bei einem Thier, das bereits vor 6 Wochen geimpft ist, so darf man die Anfangsdosis nicht zu hoch greifen. So beobachtete ich, dass zwei vor 6 Wochen geimpfte Thiere durch Dosen von 0·01 ccm Tuberculin innerhalb 24 Stunden getödtet wurden. Auch ein Meerschweinchen, das erst vor 5 Wochen inficirt war, starb schon nach einer Gabe von 0·01, während ein anderes Thier, das ebenso lange vorher geimpft war, dieselbe Dosis noch vertrug und erst bei der Steigerung auf 0·02 und dann auf 0·04 mit einer erheblichen Gewichtsabnahme reagirte. Ist erst eine kürzere Zeit seit der Impfung verstrichen, so kann man mit noch höheren Dosen beginnen. Bei einem Thier, das erst 4 Tage vorher geimpft war, konnte ohne Schaden sogar 0·2 als Anfangsdosis gewählt werden.

Mit dieser energischeren Behandlung wurde erst Mitte Juni d. J. begonnen. Die betreffenden Versuche sind zwar noch nicht abgeschlossen, doch dürfte schon die folgende Uebersicht über die ersten 7 mit grossen Dosen behandelten Meerschweinchen[1] ergeben, dass diese Behandlung derjenigen mit kleinen Dosen (Tabelle III) oder mit Combinationen von kleinen Dosen und anderen Medicamenten (Tabelle IV) weit überlegen ist.

Tabelle V.

Nummer	Gewicht bei der Impfung	a) Anfangsdos. b) höchste Dos. c) welche Dos. längere Zeit verabreicht?	Wie oft injicirt?	Wie lange vor dem Beginn der Behandlg. geimpft?	Wie lange nach dem Beginn der Behandlg. gelebt?	Wie lange im Ganzen nach der Impfung gelebt?	Besonders auffällige Erscheinungen
1	455	a) 0·001 b) 0·025	2 tägig	6 Wochen	$3^1/_2$ Wochen	$9^1/_2$ Wochen	
2	229	a) 0·001 b) 0·05	„	8 „	4 „	12 „	
3	305	a) 0·002 b) 0·1	„	6 „	$3^1/_2$ „	$9^1/_2$ „	
4	485	a) 0·01 b) 1·0 c) 0·5	„	5 „	14 „	19 „	Impfwunde verheilt. Leber cirrhotisch, ohne Tuberkelknötch. Milz nur mässig vergrössert. Lungen sehr stark tuberculös.
5	415	a) 0·01 b) 0·6 c) 0·5	„	4 „	seit 17./7. 1891	30./10. am Leben	Impfwunde verheilt.
6	500	a) 0·2 b) 0·5 c) 0·5	„	4 Tage	seit 8./7. 1891	desgl.	desgl.
7	435	a) 0·001 b) 0·5 c) 0·5	„	3 Wochen	seit 14./8. 1891	desgl.	desgl.

Die 3 ersten Thiere waren bei Beginn der Behandlung bereits 6 bezw. 8 Wochen lang tuberculös und selbst für diese Behandlungsmethode nicht mehr geeignet. Sie waren dem Tode bereits so nahe, dass zur Durchführung der Behandlung nicht mehr Zeit genug übrig blieb. Ich gelangte daher bei diesen Thieren nur bis zu mässig hohen Dosen, nämlich 0·025—0·1 ccm.

[1] Die übrigen zur Zeit mit gesteigerten Dosen behandelten Meerschweinchen haben die 9. Woche noch nicht überschritten und sind deshalb hier noch nicht aufgeführt.

Von den darauf folgenden 4 Thieren war 1 nach 5, 1 nach 4 und 1 nach 3 Wochen, sowie 1 schon nach 4 Tagen in Behandlung gekommen. Die letzten 3 befinden sich jetzt Ende October noch am Leben, nachdem sie die für die Controlthiere berechnete Durchschnittszeit längst überschritten haben.

Für das vom 5. Tage ab behandelte Meerschweinchen giebt die dritte Curve auf der Curven-Tabelle (Tafel XV) ein Bild von dem Gange der Temperatur, und zwar vom Beginn der Behandlung am 8./7. 1891 ab bis zum 15./10. 1891. Das tägliche Gewicht in Gramm ist unter der Curve durch eingeklammerte Zahlen, die tägliche Tuberculindosis darunter in Cubikcentimeter angegeben. Aus der Curve geht ohne Weiteres hervor, dass im ersten Monat der Behandlung auf die starken Injectionen mehr oder weniger heftige Reactionen in Form von Temperatursteigerungen folgten, dagegen in der Folge die Temperaturcurve sich vielmehr wie bei einem gesunden Thier verhielt als wie bei einem kranken. (Vergl. Curve Nr. 1 und 2).

Bei dem bereits gestorbenen Thier (Nr. 4 der Tabelle V) war das Leben nach der Impfung bis auf die für ein tuberculöses Meerschweinchen sehr respectable Dauer von 19 Wochen[1] verlängert worden. Da es 5 Wochen vor dem Beginn der Behandlung geimpft war, so mussten die tuberculösen Veränderungen schon ziemlich weit vorgeschritten sein.

Das zeigt ein anderer Fall, der gerade 5 Wochen nach der Impfung wegen traumatischer Milzzereissung zur Section führte: Die Impfstelle war noch geschwürig, die rechten Leistendrüsen erbsengross, ihre Substanz gänzlich käsig erweicht und nur durch die fibröse Kapsel zusammengehalten. Die Milz, bereits 5 cm lang, 2·5 cm breit und 0·8 cm dick, zeigte mehrere hanfkorn- bis kirschkerngrosse nekrotische Stellen und in der dazwischen liegenden dunkelrothen Substanz zahlreiche graue durchscheinende Knötchen. Die Leber war mässig vergrössert. Sie hatte bereits wegen beginnender Verfettung der Leberkläppchen einen gelblichen Farbenton angenommen und war mit zahlreichen stecknadelkopf- bis hanfkorngrossen nekrotischen Partien durchsetzt. In den Lungen fanden sich ziemlich viele hirsekorngrosse graue Tuberkeln.

Man darf wohl annehmen, dass ein derartiger Zustand auch bei dem Thier Nr. 4 geherrscht hat, als am 15./6. 1891 die Behandlung mit Tuberculin begann. Was das Verhalten der Impfstelle und die Ver-

[1] Einen derartigen Erfolg kann man bei Meerschweinchen nur mit der Koch'schen Heilmethode erzielen. Geh. Rath Koch selbst hat früher alle möglichen gegen Tuberculose empfohlenen Behandlungsmethoden bei tuberculösen Meerschweinchen versucht und niemals einen günstigen, dagegen öfters einen schlechten Einfluss derselben gesehen.

grösserung der Leistendrüsen anbelangte, so liess sich die Uebereinstimmung ohne Weiteres durch die äussere Untersuchung feststellen.

Ueber die Krankheitsgeschichte während der Behandlungsdauer geben die folgenden Notizen Aufschluss. Hinter dem Datum ist jedesmal zunächt das Gewicht in Gramm, dann die Dosis Tuberculin in Cubikcentimeter angegeben. An den Tagen, an welchen das Tuberculin ausgesetzt wurde, fehlt die letztere Angabe.

15./6. (470) 0·01 — 16./6. (470) — 17./6. (475) 0·02 — 18./6. (465) — 19./6. (468) 0·04 — 20./6. (454) — 21./6. (478) 0·07 — 22./6. (460) — 23./6. (478) 0·09 — 24./6. (455) — 25./6. (467) 0·12 — 26./6. (468) — 27./6. (465) 0·15 — 28./6. (473) — 29./6. (475) 0·2 — 30./6. (465) — 1./7. (470) 0·25 — 2./7. (475) — 3./7. (475) 0·3 — 4./7. (475) — 5./7. (483) 0·4 — 6./7. (475) — 7./7. (480) 0.5 — 8./7. (475) — 9./7. (482) 0·6 — 10./7. (478) — 11./7. (478) — 12./7. (467) 0.7 — 13./7. (472) — 14./7. (472) 0·8 — 15./7. (474) — 16./7. (460) — 17./7. (475) 0·5 — 18./7. (472) — 19./7. (472) 0·5 — 20./7. (478) — 21./7. (473) 0·5 — 22./7. (481) — 23./7. (484) 0·5. — 24./7. (480).

Mit den Temperaturmessungen wird aufgehört, da sich seit einigen Tagen keine Reactionen mehr zeigen. 25./7. (494) 0·5 Impfwunde geheilt.

26./7. (495) — 27./7. (495) 0·5 — 28./7. (490) — 29./7. (478) 0.5 — 30./7. (490) — 31./7. (492) 0·5 — 1./8. (490) — 2./8. (480) 0·5 — 3./8. (490) — 4./8. (500) 0·5 — 5./8. (500) — 6./8. (498) 0·5 — 7./8. (498) — 8./8. (496) — 9./8. (508) 0·5 — 10./8. (505) — 11./8. (497) 0·5 — 12./8. (509) — 13./8. (513) 0·5 — 14./8. (513) — 15./8. (513) 0·5 — 16./8. (508) — 17./8. (490) — 18./8. (500) — 19./8. (520) 0·5 — 20./8. (508) — 21./8. (500) 0·5 — 22./8. (508) — 23./8 (508) 0·5 — 24./8. (512) — 25./8. (513) 0·5 — 26./8. (520) — 27./8. (525) 0·5 — 28./8. (516) — 29./8. (507) 0·8 — 30./8. (513) — 31./8. (514) 0·8 — 1./9. (514) — 2./9. (514) 0·9 — 3./9. (520) — 4./9. (515) 1·0 — 5./9. (520) — 6./9. (507). Das Thier ist nicht so munter wie sonst. 7./9. (514) 0·5 — 8./9. (512) — 9./9. (512) — 10./9. (478) — 11./9. (508) 12./9. (472) — 13./9. (478) — 14./9. (480) — 15./9. (472) — 16./9. (460) — 17./9. (455) — 18./9. (436) — 19./9. (424) — 20./9. (409) — 21./9. (395) — 22./9. gestorben.

In der Regel wurde das Tuberculin nur jeden zweiten Tag injicirt, in der Annahme, dass man erst die Reaction nach jeder Injection ablaufen lassen müsse. Reactionen konnten in der That bei diesem Thier durch das Thermometer nachgewiesen werden, so lange mit den Dosen gestiegen wurde, was etwa einen Monat währte. Zu erwähnen ist, dass die Temperatur einmal sogar bis auf 40·7° stieg. Als etwa 1 Monat nach dem Beginn der Behandlung bereits die Dosis von 0·8 ccm erreicht

war, ging ich bis auf 0·5 ccm herunter, weil ich glaubte, dass es genügen würde, diese Gabe längere Zeit hindurch jeden zweiten Tag zu verabreichen. Nachdem dies etwa $1^1/_2$ Monat lang geschehen, wurde eines Tages ausser den 0·5 ccm versehentlich noch 0·3 ccm injicirt, so dass das Thier an diesem Tage im Ganzen 0·8 ccm erhalten hatte. Da diese Dosis gut vertragen wurde, liess ich noch einmal 0·8, dann 0·9 und 1·0 ccm in 2tägigen Zwischenräumen folgen. 2 Tage darauf war das Thier nicht mehr so munter wie sonst. Obwohl am folgenden Tage wieder bis auf 0·5 hinunter gegangen wurde, erholte sich das Thier doch nicht mehr, sondern magerte ab und starb 2 Wochen darauf unter den Erscheinungen der Athemnoth. Der Tod war somit 19 Wochen nach der Impfung oder 14 Wochen nach dem Beginn der Behandlung erfolgt.[1] Bei der Obduction zeigte sich die Impfwunde vollständig vernarbt. In der rechten Leiste eine erbsengrosse, nur in der Mitte verkäste Drüse. Milz nur wenig vergrössert, braunroth; Tuberkelknötchen darin nicht zu erkennen. Leber graubraunroth, etwas verkleinert, an der Oberfläche mit zahlreichen narbenartigen Einziehungen und Furchen versehen. Die interlobulären Bindegewebszüge waren etwas verbreitert. Dagegen fanden sich makroskopisch weder Tuberkelknötchen noch nekrotische Stellen, noch die Zeichen der fettigen Degeneration, wie sie bei den Controlthieren beobachtet wurden. Die Lungen fielen nach der Herausnahme nur wenig zusammen. Das röthlichgraue, z. Theil atelektatische Lungengewebe zeigte sich von zahlreichen bläulich-weissen Herden durchsetzt, welche hanfkorngross bis kirschkerngross waren und häufig ineinander übergingen, jedoch trotz ihrer ungewöhnlichen Grösse weder Verkäsungen noch Erweichungen aufwiesen. Bei der mikroskopischen Untersuchung von Schnitten der Leber wurden zwar wenige fettig degenerirte Zellen, jedoch weder nekrotische Partien, noch Tuberkelknötchen aufgefunden; dagegen wurden nach längerem Suchen in dem jungen Bindegewebe, das sich zwischen den Leberläppchen an den Pfortader-Verzweigungen vorfand, spärliche Tuberkelbacillen beobachtet. Die weisslichen Lungenherde bestanden aus Bindegewebe, das mit Rundzellen infiltrirt und mit mikroskopisch kleinen Tuberkelknötchen durchsetzt war.

Vergleicht man diesen Obductionsbefund mit dem Zustande, wie er zur Zeit des Beginns der Behandlung vorhanden sein musste und wie er oben geschildert worden ist, so ist, abgesehen von der Heilung der Impfwunde, ganz besonders der Rückgang der tuberculösen Veränderungen an

[1] Das auf Tabelle III unter Nr. 12 aufgeführte Meerschweinchen, welches ebenfalls fünf Wochen nach der Impfung in Behandlung genommen wurde und nur 0·001 pro die erhielt, starb bereits $11^1/_2$ Wochen nach der Impfung.

Leber und Milz in die Augen springend. Dieselben mussten jedenfalls während der Behandlung zur Resorption gekommen sein. Dass während der 5 Wochen bis zum Beginn der Behandlung in der Leber ziemlich weitgehende tuberculöse Veränderungen sich ausgebildet hatten, beweisen die narbigen Einziehungen an dem genannten Organ. Ebenso auffällig wie die heilende Wirkung des Tuberculins auf Leber und Milz ist die Unwirksamkeit der Behandlung auf die tuberculösen Processe in den Lungen.

Während die Controlthiere schon zu einer Zeit an schwerer Tuberculose der Milz und der Leber starben, wo die Lungen nur noch wenig ergriffen waren, wurden bei dem behandelten Thier die schweren Störungen von Seiten der Milz und der Leber beseitigt und das Thier so lange erhalten, bis sich die Lungenerscheinungen zu einer lebensgefährlichen Höhe entwickelt hatten.

Woher kommt es nun, dass die Tuberculin-Behandlung nur auf Leber und Milz günstig wirkt, dagegen die Entwickelung der tuberculösen Processe in den Lungen von Meerschweinchen nicht behindert? Es kann nur damit zusammenhängen, was Koch in seiner letzten Mittheilung[1] erwähnt, dass nämlich bei den durch Tuberculin getödteten tuberculösen Meerschweinchen die Reactionserscheinungen in Form von circumscripten Hyperämien regelmässig und stark an der Leber und der Milz auftreten, dagegen in geringerem Grade und nicht regelmässig an den Lungen. Hiernach scheint es, als ob eine günstige Wirkung nur da eintritt, wo das Tuberculin eine nicht zu geringe Reaction hervorruft. Warum gerade an der Meerschweinchenlunge die Reaction und auch die Heilung ausbleibt, ist bis jetzt noch nicht aufgeklärt. Glücklicherweise verhalten sich die Meerschweinchenlungen[1] in diesem Falle anders, als die der Menschen. Dass die Koch'sche Heilmethode schon frühzeitig Veränderungen in den Lungen tuberculöser Menschen hervorruft, ist schon seit den Untersuchungen von v. Noorden[2] bekannt, und dass das Tuberculin darin auch heilende Wirkungen ausüben kann, ist von vielen gewissenhaften Aerzten beobachtet. Wie nothwendig die Reaction ist, wenn man eine Heilung herbeiführen will, zeigt auch folgende Beobachtung: Ein

---

[1] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1891. Nr. 43.

[2] Auch sonst besteht ein wichtiger Unterschied zwischen der Lungentuberculose des Meerschweinchens und der des Menschen, indem die erstere nie zur Erweichung und Einschmelzung tuberculöser Massen und also auch nie zur Aushustung von solchen führt. Wenn in seltenen Fällen eine kleine Lungenhöhle gefunden wird, so ist es nicht eine ulceröse Caverne, sondern eine Bronchiektasie, wie Koch erforscht hat.

[3] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1890. Nr. 49.

gesundes Meerschweinchen, welches vom 23./7. 1891 bis zum 6./9. 1891, also nahezu $1^1/_2$ Monat lang, jeden zweiten Tag hohe Dosen Tuberculin, in den letzten Wochen sogar Injectionen von 1·0 ccm erhalten und dabei eine Vermehrung des Gewichts von 310 gr auf 397 erfahren hatte, wurde am 6./9 1891 mit einer Tuberkelcultur an der rechten Bauchseite geimpft und mit 2tägigen Injectionen von 1·0 ccm weiter behandelt. Die sehr hohen Tuberculingaben (1·0 ccm pro dosi) hatten dem gesunden Thiere zwar nicht Schaden gebracht[1], wie die Gewichtszunahme ergiebt, doch war es so sehr an grosse Dosen Tuberculin gewöhnt worden, dass die weitere Behandlung keine Reactionen und auch keine Heilung hervorbringen konnte. Vielmehr verlief die Tuberculose bei diesem Thier ähnlich wie bei den Controlthieren.[2] Mit Rücksicht auf diese Beobachtung habe ich in letzter Zeit bei länger behandelten Thieren, bei denen ich nicht weiter mit den Dosen steigen wollte, die Intervalle zwischen den Injectionen verlängert, um sie gegen die folgenden gleich grossen Gaben wieder etwas empfindlich zu machen. Aus den vorstehenden Beobachtungen lassen sich für die Behandlung tuberculöser Meerschweinchen folgende Schlüsse[3] ziehen:

1. Die Behandlung mit kleinen Dosen Tuberculin ist ohne besonderen Nutzen, dsgl. die Combination solcher Dosen mit Calomel, Sublimat, Gold, Silber, Arsenik, Kreosot und benzoesaurem Natron.

2. Sehr günstige Wirkungen werden dagegen erzielt, wenn man bis zu hohen Dosen aufsteigt und mit hohen Dosen in der Behandlung fortfährt.

3. Eine Rückbildung der tuberculösen Veränderungen findet wahrscheinlich nur dann statt, wenn durch das Tuberculin locale Reactionen hervorgerufen werden.

Hinzugefügt muss noch werden, dass die Reactionen nicht zu stark sein dürfen, da sie sonst die von Geh. Rath Koch beschriebenen Störungen in dem Blutkreislauf lebenswichtiger Organe hervorrufen und den Tod bedingen können. Die Reaction darf bei Meerschweinchen nicht einmal so stark sein, dass sie eine Gewichtsabnahme von mehr als 10 gr

[1] Selbst Injectionen von 2·0 ccm Tuberculin werden von gesunden Thieren vertragen.

[2] Eine Immunisirung durch Tuberculin findet nicht statt.

[3] Versuche, die ich mit dem von Geh. Rath Koch vermittelst 60°igen Alkohols gereinigten Tuberculin an 10 tuberculösen Meerschweinchen anstellte, ergaben gleiche Resultate.

nach sich zieht, da eine solche von einem tuberculösen Thier nur schwer überwunden wird, zumal kleine Reactionen, die zwar schon mit dem Thermometer zu erkennen sind, jedoch keine oder ganz geringe Gewichtsabnahmen bedingen, vollkommen ausreichen.

Es sprechen bereits manche Erfahrungen dafür, dass die angeführten Schlussfolgerungen auch für die Behandlung tuberculöser Menschen gelten.

Zur Pathogenese des Milzbrandes bei Meerschweinchen und Kaninchen.[1]

Von

Dr. med. **Georg Frank**
(Wiesbaden)

und

Dr. med. **Otto Lubarsch,**
Privatdocenten und Assistenten am patholog. Institut der Universität Rostock.

Bei den einer künstlichen Infection mit Milzbrandvirus erlegenen Thieren, Mäusen, Meerschweinchen und Kaninchen, ist sowohl der pathologisch-anatomische als auch bacilläre Befund ein ausserordentlich einförmiger, gleichmässiger. Bei subcutaner Impfung findet sich an der Infectionsstelle als charakteristisches Merkmal für den Milzbrand ein mehr oder weniger ausgedehntes sulziges Oedem, zuweilen mit zahlreichen Hämorrhagien; bei Impfung an der Ohrspitze und auch bei wohlgelungener intravenöser Impfung des Kaninchens dagegen fehlt dieses Oedem an der Infectionsstelle vollständig. Von den Veränderungen aus den inneren Organen fällt vor allem auf eine zuweilen sehr beträchtliche Vergrösserung der Milz. Bis auf eine nur unbedeutende Hyperämie erscheinen alle übrigen inneren Organe ganz normal, wie auch bei in vollster Gesundheit getödteten Thieren. Nur das Blut zeigt eine wesentliche Veränderung. Dasselbe hat ein mehr dunkles, theerartiges Aussehen, gerinnt weniger gut und vollständig als im gesunden Zustande; die weissen Blutkörperchen sind beträchtlich vermehrt. Charakteristisch und pathognomisch für den Milzbrand sind aber einzig und allein die in ausserordentlich grosser Menge im Blute vorhandenen specifischen Bacterien.

[1] Gelegentlich eines Zusammentreffens an der zoologischen Station zu Neapel wurden die Experimente zu vorliegender Arbeit gemeinschaftlich von beiden Verff. ausgeführt, nachdem die Idee zu derselben bei jedem einzelnen vorher schon bestanden.

Mit dem Blute finden wir diese Bacillen in dem ganzen Körper des Thieres überallhin verbreitet. Zwar zeigen sich bei den verschiedenen Thierspecies gewisse Unterschiede, insofern sie bei der einen Thierart zahlreicher in diesem, bei einer anderen zahlreicher in einem andern Organe gefunden werden. Im Allgemeinen aber treffen wir die Bacillen am zahlreichsten in den Organen der grossen Leibeshöhlen, weniger häufig in den übrigen. Fast ausschliesslich finden sich diese Bacillen innerhalb der Gefässe, besonders in jenem Theile des Gefässbezirkes, wo der Blutstrom am langsamsten dahinfliesst, in den Uebergängen der arteriellen zu den venösen Capillaren. Nur ganz ausnahmsweise werden bei diesen Thieren die Milzbrandbacillen auch ausserhalb des Gefässstromes zwischen den specifischen Parenchymzellen, relativ noch am häufigsten in der Niere, angetroffen.

Diesem regelmässigen Befund der Milzbrandbacillen innerhalb der Gefässe gemäss hat sich denn auch in Betreff der Pathogenese des Milzbrandes die fast allgemeine Anschauung ausgebildet, dass diese Krankheit als eine Septicämie aufzufassen sei, d. h. dass das Blut den wesentlichen Träger und Verbreiter des Infectionserregers darstelle und dass hauptsächlich innerhalb desselben der Krankheitsprocess verlaufe.

Um nur die verbreitesten Lehrbücher der Bacteriologie zu erwähnen, so sagt Fränkel[1]: „Die Affection kennzeichnet sich als eine echte Septicämie."

Baumgarten[2] ist der Ansicht, dass die Milzbrandbacillen verhältnissmässig schlechte Gewebs-, mit Vorliebe jedenfalls Blutparasiten sind.

Flügge[3] rechnet den Milzbrand, der rasch zum Tode führt, wie dies bei Mäusen, Meerschweinchen und Kaninchen stets der Fall ist, zu den septicämischen Processen.

Straus[4] vertritt einmal die Ansicht, dass der Milzbrand ein septicämischer Process sei. Auf Seite 124 sagt er: „En somme, il resulte de cette étude anatomique de la répartition du bacillus anthracis dans les divers organes des animaux ayant succombé au charbon que cette maladie est, par son siège, sur tout hématique, intravasculaire; à moins de ruptures et d'extravasation les parenchymes sont généralement libres de bacilles. Wenige Seiten später (S. 127) dagegen sagt er: „On voit par ce qui précède que le charbon réalise avec une netteté pour ainsi dire schématique le type de la maladie infectieuse aigue. Le parasite se multiplie d'abord sur place, au point inoculé et y provoque une inflammation spéciale aboutissant à la formation d'un oedème qui lui sert de

[1] *Grundriss der Bacterienkunde.* 3. Aufl. S. 282.
[2] *Lehrbuch der pathologischen Mykologie.* Bd. II. S. 455.
[3] *Die Mikroorganismen.* S. 190.
[4] *Le charbon des animaux et de l'homme.*

liquide de culture. La propagation se fait ensuite, ordinairement par la voie lymphatique, exceptionellement d'émblée par les vaisseaux sanguins; enfin le sang est envahi et par lui l'infection se propage pour ainsi dire à tous les organes; à partir de ce moment la mort est certaine et la survie n'est plus q'une question d'heures.

Diese Sätze sagen das Gegentheil von dem zuerst citirten aus, nämlich, dass der Milzbrand in erster Linie und hauptsächlich eine örtliche Erkrankung sei, und dass die Invasion der Bacillen in das Blut nur das Endstadium des Krankheitsprocesses kennzeichne.

Klebs[1] zählt den Milzbrandbacillus zu den entschiedenen Gewebsparasiten: „Weiter müssen nunmehr die Schicksale der in den Organismus eingedrungenen Bacillen verfolgt werden. Als allgemeines Gesetz gilt hier, dass erst nach dem Eindringen derselben in die Blutbahn die schweren Allgemeinerscheinungen auftreten. Die sehr bedeutende Differenz, welche diese zwischen der Uebertragung des Virus und dem Auftreten der Allgemeinerscheinungen liegende Incubationsperiode darbietet, nöthigt zu der Annahme eines sehr langsamen Vorschreitens der Bacillen innerhalb der Gewebe und wird dieselbe in der That durch Versuche bewiesen. Es lässt sich zeigen, dass in solchen Fällen, in denen Bacillen möglichst weit von Blutgefässen entfernt in den Körper von Warmblütern (Kaninchen) eingeführt werden, diese Incubationsperiode sehr viel länger dauert als innerhalb von blutgefässreichen Geweben."

Bei Schafen und Hämmeln sind die Milzbrandbacillen in gleicher Weise, wie bei Kaninchen, Meerschweinchen und Mäusen, innerhalb der Gefässe durch den ganzen Thierkörper verbreitet. Beim Rinde dagegen und auch beim Menschen tritt der Milzbrand in zwei verschiedenen Formen auf, als localer (Milzbrandcarbunkel) und als allgemeiner (septicämischer) Milzbrand. Der Milzbrandcarbunkel beim Menschen und beim Rinde heilt zwar in vielen Fällen aus; in einigen jedoch führt auch er zum Tode. Milzbrandbacillen finden sich dann in grosser Zahl nur an der Invasionspforte, in den inneren Organen sind sie ausserordentlich spärlich, werden zuweilen auch vollständig vermisst. Bollinger[2] sagt hierüber: Soweit die geringe Zahl der jetzt vorliegenden Anthraxfälle (meist Darmmilzbrand) ein Urtheil zulässt, scheint der menschliche Anthrax von dem der Hausthiere sich wesentlich dadurch zu unterscheiden, dass die Bacterien im Blute der Menschen weit seltener so gleichmässig vertheilt und im Ganzen weniger zahlreich erscheinen als im Blute der Hausthiere. Gleiches ist

[1] *Die allgemeine Pathologie.* I. Theil. S. 121.

[2] Infectionen durch thierische Gifte (Zoonosen). Ziemssen's *Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie.* Bd. III. S. 495.

auch von Robert Koch[1] bei Rindern in einigen Fällen von ganz reinem Darmmilzbrand beobachtet: Die Dünndarmschleimhaut war von zahlreichen knopfförmigen grossen schwarzrothen Knoten durchsetzt, auf denen bei der Untersuchung auf dem Querschnitte (nach Alkoholhärtung und Anilin-Kernfärbung die Darmzellen fast ausnahmslos mit Milzbrandbacillen vollgestopft sich zeigten. Stellenweise erstreckte sich die Bacillenanhäufung bis zur Submucosa. In dem Blutextravasate, welches die Schichten der Schleimhaut durchsetzt, fanden sich nur vereinzelte Bacillen. Die Milz war nicht vergrössert, im Blute nur nach langem Suchen einige Stäbchen aufzufinden. Auch in den von Karg[2] und von Lubarsch[3] beschriebenen Fällen von tödtlichem Milzbrand beim Menschen war die Zahl der Bacillen in den inneren Organen eine sehr geringe.

W. Koch fasst seine auf ausgedehntestem Litteraturstudium fussenden Anschauungen über den Milzbrand in dem Sammelwerk der deutschen Chirurgie (Lieferung 9, S. 115) in folgenden Ausführungen zusammen: „Die hier entwickelte Auffassung von dem schnellen Uebertritt der Milzbrandbacillen in die Blutgefässe und von ihrer Vermehrung in denselben scheint ihre Widerlegung zu finden durch die Resultate der Blutuntersuchung intra vitam. Denn beim Menschen und wenigstens einer Quote der für den Milzbrand disponirten Thiere sucht man bekanntlich in den Blutproben längere Zeit vergeblich nach den Parasiten. Es existiren in dieser Beziehung für den Menschen Angaben von Wagner, Masing und Oemler. Wagner konnte ihn 24 Stunden vor dem Tode, Masing $3^1/_2$ Stunden nach demselben, ich in der 27. Stunde nach der Infection nicht finden, während ihn Oemler 6 Stunden vor dem Tode sah. Aehnliches weiss man von den Thieren. Wenn diese Termine bei den einzelnen Gattungen auch sehr schwankend sind, so pflegen doch selbst bei den empfindlichsten z. B. bei Hämmeln und Kaninchen die Bacillen nicht vor der 12.—20. Stunde aufzutreten. Chauveau hat diese Frage outrirt, ungeheure Mengen von Bacillen in die Blutbahn gebracht und nach einer Viertelstunde nur wenige, einige Stunden später gar keine mehr im strömenden Blute gefunden, trotzdem die Thiere unter stürmischen Erscheinungen und zum Theil früh, zwischen der 12. und 16. Stunde eingingen. Auf Grund solcher Thatsachen glauben denn Viele an den Untergang der von Aussen in's Blut gelangenden Milzbrandgeneration und an eine Entstehung neuer Elemente aus den Zerfallsproducten derselben.

---

[1] *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* Bd. I. S. 61.

[2] Das Verhalten der Milzbrandbacillen in der pustula maligna. *Fortschritte d. Med.* Bd. VI. S. 529.

[3] *Untersuchungen über die Ursachen der angeborenen u. erworbenen Immunität.* S. 111—113.

Doch ist auch, wenn ich die mangelhafte Methode der Blutuntersuchung auf Bacillen in der Vor-Koch'schen Periode nicht weiter accentuire, hier zu entscheiden, meistentheils nur das Blut der grösseren Hautvenen und Hautcapillaren untersucht worden. Für diese und für das noch lebende Blut der grossen Gefässstämme kann ich die angegebenen Daten zu Recht bestehen lassen. Anders aber ist es, wenn man die capillaren Systeme der Eingeweide untersucht. In diesen sind die Bacillen schon früh zu finden, im Anfang natürlich in spärlicher Zahl, später reichlicher, immerhin in solcher Anordnung und Menge, dass das Gesetz von ihrer Ueberführung aus der primär inficirten Region in's Blut und von ihrer sofortigen Weiterwucherung am neuen Standpunkt aufrecht erhalten werden kann. Toussaint hat dieser Behauptung durch mikroskopische Beobachtung der noch lebenden Lungen wesentliche Stützen verliehen.

Dieses energische Eintreten W. Koch's für den specifisch-hämatogenen Charakter des Milzbrandes findet aber nicht in allen, auch später bekannt gewordenen Beobachtungen Bestätigung: so in den oben angeführten Beobachtungen Robert Koch's über reinen Darm-Milzbrand bei Rindern. Weitere ähnliche Beobachtuugen bei anderen Thieren werden aber auch noch von Anderen berichtet. Hoffa[1] sagt: „Ich mache hier nochmals darauf aufmerksam, dass das Blut der exquisit milzbrandkranken Thiere (Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen) oft noch kurz vor dem Tode ganz hellroth gefunden wurde und dass die Milzbrandbacillen erst kurz vor dem Tode in's Blut gelangen; es wurden um die diesbezüglichen Angaben der Autoren zu prüfen, sehr oft bei verschiedenen Thieren Blutproben aus den Blutgefässen entnommen und es zeigte sich dabei, dass in der That erst ganz kuze Zeit vor dem Tode, manchmal erst 3 bis 4 Stunden vorher, Bacillen in solchen Blutproben durch mikroskopische Untersuchung und Impfung auf Nährgelatine nachgewiesen werden konnten. Auch Wyssokowitsch's bekannte Versuche sprechen durchaus nicht für eine directe Vermehrung der Milzbrandbacillen im Blute: in die Blutbahn von Kaninchen eingespritzte Milzbrandbacillen waren nach Verlauf weniger Stunden aus dem kreisenden Blute vollständig verschwunden, sie waren in inneren Organen abgelagert worden, vermehrten sich in diesen und traten von dort aus gegen das Lebensende der betreffenden Thiere wieder in die Blutbahn über. Am beweisendsten ist der Versuch 36 (S. 10): Einem Kaninchen wurden 2 ccm einer dünnen Aufschwemmung (mindestens 20—40 Millionen Keime vgl. S. 6) einer Agar-Cultur in die Ohren eingespritzt; 5 min. p. i. = 15 Keime; $2^1/_4{}^h$, 5^h, $23^1/_2{}^h$, $30^1/_2{}^h$ = 0 Keime; $46^1/_2{}^h$ = 3; $53^1/_2{}^h$ = 6; 70^h = 56; 84^h Tod, unzählige Keime im Blute. Die gleiche

[1] *Natur des Milzbrandgiftes.* S. 21.

Beobachtung wie Hoffa, dass in den inneren Organen von Mäusen, Meerschweinchen und Kaninchen, welche kurze Zeit vor dem voraussichtlich zu erwartendem Tode abgeschlachtet wurden, keine Bacillen im Blute und in den inneren Organen gefunden wurden, wird wohl mancher Bacteriologe schon gemacht haben.

Beobachtung von Frank, 29. Mai 1888: 5 Meerschweinchen von fast gleicher Grösse werden rasch hintereinander mit Milzbrandsporenfäden subcutan geimpft. Das erste Thier wird 3^h p. i. getödtet. An der Impfstelle finden sich wenige Bacillen. Herzblut, Lunge, Leber, Niere, Milz und Knochenmark werden mikroskopisch untersucht und keine Bacillen darin gefunden. Von sämmtlichen Organen werden Culturversuche in hohlen Objectträgern und Gelatineplatten angestellt: Resultat negativ. Das 8^h p. i. getödtete Thier giebt gleich negativen culturellen Befund. Das dritte Thier wird 24^h p. i. getödtet: Mikroskopische Untersuchung des Blutes und der inneren Organe fällt negativ aus; in den hohlen Objectträgern dagegen und auf den Platten Entwickelung, und zwar: Herzblut, Lunge, Niere, Milz und Knochenmark einige Colonien, Leber etwas reichlicher. Das vierte Thier stirbt $27^1/_2{}^h$ p. i.: typischer Befund. Das letzte Thier wird $32^1/_2{}^h$ p. i. getödtet, nachdem es schon seit 2 Stunden Symptome von Krankheit gezeigt hatte: durch mikroskopische Untersuchung und Culturversuche sind Bacillen in allen inneren Organen nachweisbar.

Beobachtung von Lubarsch. 10. Dec. 1888. 12^h Mittags wird ein Meerschweinchen, das am Tage vorher um $1^1/_4{}^h$ zusammen mit einem anderen geimpft war, getödtet. Im Blute und den inneren Organen sind keine Milzbrandbacillen mikroskopisch nachzuweisen. $^3/_4 5^h$ wird das zweite Meerschweinchen todt aufgefunden, ist aber noch warm, also wahrscheinlich nach 28 Stunden gestorben. 19. Dec. 1888 wird ein Meerschweinchen, das mit derselben Cultur wie das vorhergehende geimpft ist, 21^h p. i. getödtet; auch hier werden keine Bacillen gefunden.

Diese Resultate sprechen durchaus nicht für die Ansicht Wilh. Koch's, dass die Milzbrandbacillen direct nach stattgehabter Infection in's Blut übertreten und sofort sich darin vermehren; sie sind aber auch zu wenig, um einen nach allen Richtungen endgültigen Entscheid zu geben. Um diesen zu gewähren, stellten wir mehrere grössere Versuchsreihen an Meerschweinchen und Kaninchen an; Versuche an Mäusen mussten wir aus äusseren Gründen unterlassen, da am Orte unseres gemeinschaftlichen Arbeitens (zoologische Station zu Neapel) diese Thiere nicht in geeigneter Anzahl aufzutreiben waren.

Die geimpften Meerschweinchen und Kaninchen wurden bestimmte Zeiträume nach der Infection getödtet. Die Tödtung geschah entweder

durch Nackenschlag oder durch Narcotisirung vermittelst Chloroform. Wir glaubten zuerst diese beiden Todesarten auseinander halten zu müssen; denn beim Nackenschlag sind die grossen Organe der Brust- und besonders der Bauchhöhle blutarm, beim Chloroformiren dagegen sehr stark hyperämisch. Wegen dieser ungleichen Vertheilung des Blutes je nach der Todesart durfte vorausgesetzt werden, dass bei der einen Todesart die Bacillen in gewissen Organen vermisst werden könnten, während sie bei der anderen hätten gefunden werden müssen. Diese Voraussetzung wurde durch die Resultate unserer Untersuchung nicht bestätigt. Von den getödteten Thieren wurden Culturen angelegt in hohlen Objectträgern und auf Agarplatten, und zwar regelmässig, wo nichts besonderes vermerkt ist, von Herzblut, Lunge, Leber, Niere und Milz. Die hohlen Objectträger wurden mikroskopisch untersucht (besonders gefärbte Präparate wurden der Zeitersparniss wegen nicht angefertigt) und dann mit den Agarplatten in den Brütschrank gebracht. Zur Aussaat wurden verhältnissmässig sehr grosse Mengen genommen. Bei den hohlen Objectträgern wurde zu einer Oese Bouillon ein gleich grosser Tropfen Blut oder Gewebssaft zugesetzt. Für die Agarplatten wurde aus den Organen ein mindestens erbsengrosses Stück herausgerissen, dasselbe an der Wand des Reagensglases zerdrückt, so dass das Agar von Blut und Gewebsfetzen schon makroskopisch deutlich getrübt war. Das Resultat der hohlen Objectträgerculturen war schon am folgenden Tage ein brauchbares; es gab darüber Aufschluss, ob man in den entsprechenden Agarplatten viele oder wenige Keime resp. gar keine Entwickelung zu erwarten habe, und konnte so als Fingerzeig für die weiter anzustellenden Versuche dienen

Versuche an Meerschweinchen.

Die Frist, innerhalb welcher Meerschweinchen einer subcutanen Impfung erliegen, ist für eine bestimmte Milzbrandrasse eine ganz gleichmässige. Hat man es mit einer Rasse von Hause aus wenig virulenter oder auf irgend eine Weise abgeschwächter Milzbrandbacillen zu thun, so kann diese Frist zwischen 40 bis 48 Stunden dauern, nur selten wird dieselbe überschritten. Eine Milzbrandcultur von höchster Virulenz dagegen tödtet innerhalb 24 bis 28 Stunden. Ein bestimmter Unterschied zwischen jungen und alten (wenn stets gesunden) Thieren macht sich nicht geltend, ebenso wenig ob man von Thier zu Thier, oder von einer Cultur aus oder mit Sporenfäden die Impfung vornimmt.

A. Subcutane Impfung mit Milzbrandsporenfäden (Lubarsch, Berlin, August 1888), welche Meerschweinchen in längstens 28 Stunden tödten.

1. 12^h p. i. getödtet. Geringes locales Oedem mit kleinen Haemorrhagien und Bacillen. In den inneren Organen (Lunge, Leber, Niere, Milz, Herz) und Lymphdrüsen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. In den hohlen Objectträgern und auf den Platten nichts gewachsen.

2. $15^1/_2{}^h$ p. i. getödtet. Geringes Oedem mit Haemorrhagien und Bacillen. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. In den hohlen Objectträgern und auf den Platten nichts gewachsen.

3. 17^h p. i. getödtet. Geringes Oedem mit zahlreichen, körnig zerfallenen Bacillen. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. In den hohlen Objectträgern und auf den Platten nichts gewachsen.

4. 18^h p. i. getödtet. Geringes Oedem mit zahlreichen wohlgebildeten Bacillen. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. In den hohlen Objectträgern und auf den Platten nichts gewachsen.

5. $18^1/_2{}^h$ p. i. getödtet. Grosses Oedem mit zahlreichen wohlgebildeten Bacillen. In Lymphdrüse, Lunge, Leber, Niere, Milz und Herzblut keine Bacillen nachweisbar. In sämmtlichen hohlen Objectträgern entwickeln sich im Brütschrank Milzbrandbacillen; ebenfalls auf den Platten, mit Ausnahme der Lymphdrüse, jedoch nur wenige.

6. 19^h p. i. getödtet. Geringes Oedem mit Haemorrhagien und Bacillen. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. In den hohlen Objectträgern nichts gewachsen; auch nicht auf den Platten mit Ausnahme der Lymphdrüse (16 Colonieen).

7. 20^h p. i. getödtet. Thier in der Lactationsperiode. Auffallend geringes Oedem. Die Oedemflüssigkeit wird durch die beim Abhäuten des Thieres reichlich aus der Brustdrüse ausfliessende Milch stark verdünnt. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar; in den hohlen Objectträgern und auf den Platten keine Entwickelung.

8. 20^h p. i. getödtet. Grösseres Oedem mit Haemorrhagien und schönen Bacillen. In den inneren Organen keine Bacillen nachweisbar. Entwickelung von Milzbrandbacillen aus dem Herzblute, sowohl im hohlen Objectträger als auch auf Agarplatte (50 Colon.), auf Agarplatte aus der Lunge eine Colonie; sonst in sämmtlichen Objectträgern und Platten keine Entwickelung.

9. $20^1/_2{}^h$ p. i. getödtet. Ausgedehntes Oedem mit zahlreichen Milzbrandbacillen. Mikroskopisch in den inneren Organen keine Bacillen nachweisbar. Nur im hohlen Objectträger aus der Milz Entwickelung; sonst keine in den übrigen hohlen Objectträgern und auf sämmtlichen Agarplatten.

10. 21^h p. i. getödtet. Geringes Oedem mit zahlreichen Bacillen. In den inneren Organen keine Bacillen nachweisbar. Keine Entwickelung in den hohlen Objectträgern und auf sämmtlichen Agarplatten.

11. 21^h p. i. getödtet. Starkes Oedem mit Haemorrhagien und zahlreichen Bacillen. Mikroskopisch in den inneren Organen keine Bacillen nachweisbar. Ebenfalls keine Entwickelung in den hohlen Objectträgern und auf den Platten, mit einziger Ausnahme einer einzigen Milzbrandcolonie auf der Platte aus dem Blute einer Vene aus nächster Nähe der Impfstelle.

12. $22^1/_2{}^h$ p. i. getödtet. Starkes Oedem mit zahlreichen Haemorrhagien und Bacillen. Mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar in den inneren Organen. In sämmtlichen hohlen Objectträgern Entwickelung, ebenso auf sämmtlichen Platten (nur wenige Colonieen) mit Ausnahme der von der Lymphdrüse.

13. 23^h p. i. getödtet. Ausgedehntes Oedem mit zahlreichen schönen Bacillen. Mikroskopisch in den inneren Organen keine Bacillen nachweisbar. In den hohlen Objectträgern von Lymphdrüse und Milz Entwickelung, in den übrigen keine. Auf sämmtlichen Platten Entwickelung und zwar: Knochenmark 8, Lunge 65, Milz mehrere Hunderte, Leber 90, Niere 3, Herzblut 7, Achseldrüse 4 Herde.

14. $24^1/_2{}^h$ p. i. getödtet. Ausgedehntes Oedem mit zahlreichen schönen Bacillen. Milz vergrössert, aber noch derb. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. In sämmtlichen hohlen Objectträgern Entwickelung, gleichfalls auf den Platten; jedoch nur wenige im Verhältniss zu der Grösse der eingebrachten Stücke. Zahlreichere Colonieen finden sich allein auf der Platte der Milz.

B. Subcutane Impfung mit frischen Agar-Culturen. (Diese Rasse tödtet Meerschweinchen spätestens in 34 Stunden; die Abstammung derselben ist nicht genau anzugeben).

15. $16^1/_2{}^h$ p. i. getödtet. Mikroskopisch in den inneren Organen nichts nachweisbar; auf sämmtlichen Platten nichts gewachsen. Controlthier stirbt nach $27^1/_2$ Stunden.

16. 17^h p. i. getödtet. Mikroskopisch in den inneren Organen nichts nachweisbar. Entwickelung auf sämmtlichen Agarplatten, und zwar: Herzblut 1, Lunge 193, Niere 55, Leber 137, Milz 16, insgesammt 402 Herde. Controlthier stirbt nach $21^1/_2$ Stunde. Von jedem der oben genannten Organe wird eine Platte gegossen, welche mit einer Oese Gewebssaft des entsprechenden Thieres geimpft ist. Auf diesen Platten entwickeln sich insgesammt 449 938 Herde.

17. 18^h p. i. getödtet. Geringes Oedem mit vielen schönen Bacillen. In den inneren Organen mikroskopisch nichts nachweisbar; in den hohlen Objectträgern und auf den Platten nichts gewachsen. Controlthier stirbt nach nicht ganz 34 Stunden.

18. 18^h p. i. getödtet. Ziemlich weit ausgedehntes Oedem mit vielen schönen Bacillen. In den inneren Organen mikroskopisch nichts nachweisbar. In den hohlen Objectträgern keine Entwickelung, auf den Platten spärliche und zwar: Niere 1, Milz 3, Lunge 8, in den übrigen keine Herde. Controlthier stirbt nach weniger wie 30 Stunden.

19. 19^h p. i. getödtet. Mikroskopisch sind in der Milz reichliche, in der Lunge wenige, in den übrigen Organe keine Bacillen nachzuweisen. Auf den Platten Entwickelung und zwar: Lunge 2205, Herzblut 50, Niere 1296, Leber 125, Milz 1593, insgesammt 5269 Herde. Controlthier stirbt nach $22^1/_2$ Stunden; aus einem Tropfen Milzsaft entwickeln sich 134 670 Colon.

20. 20^h p. i. getödtet. Mässiges Oedem; in den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. Aus etwa bohnengrossen Stücken entwickeln sich aus Lunge 3, Milz 8, Leber 1, Herzblut und Niere keine Keime. Controlthier das gleiche wie zu Nr. 19.

21. 20^h p. i. getödtet. Oedem mit mässig vielen Bacillen. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. Auf den Platten entwickeln sich aus der Niere (ein Dritel der ganzen linken) 24, aus dem Herzblut (5 Oesen aus dem rechten und linken Ventrikel) 1220, aus der Lunge (etwa der vierte Theil beider Lungen) 325, aus der Milz (etwa die Hälfte des ganzen Organs) 7000 Herde. Controlthier wie zu Nr. 17.

22. 22^h p. i. getödtet. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. Auf den Platten Entwickelung und zwar: Herzblut 0, Niere 13, Leber 91, Lunge 223, Milz 942, insgesammt 1269 Herde.

23. $22^1/_2{}^h$ p. i. getödtet. In sämmtlichen inneren Organen mikroskopisch Bacillen nachweisbar. Auch auf den Platten Entwickelung und zwar: Herzblut 59, Leber 6900, Knochenmark 995, Lunge 6885, Niere 2250, Milz 6240, insgesammt 23 329 Herde.

24. $29^1/_2{}^h$ p. i. getödtet. Mikroskopisch sind nur in der Milz, in allen übrigen Organen keine Bacillen nachweisbar. Auf Platten Entwickelung und zwar: Herzblut 0, Niere 23, Lunge 23, Leber 95, Milz 1060, insgesammt 1201 Herde.

C. Impfung von einem an Milzbrand verstorbenen Thiere.

25. Subcutan geimpft mit dem Oedem eines 29^h 50 Min. p. i. erlegenen Meerschweinchens. Controlthier stirbt nach $29^1/_2$ Stunden. 20^h p. i. getödtet. In den inneren Organen sind mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. In den hohlen Objectträgern keine Entwickelung, mit einziger Ausnahme von der Milz. Auf den Agarplatten keine Entwickelung, mit Ausnahme von der Lunge (2) und Milz (61 Herde).

26. Subcutan geimpft mit dem Oedem eines nach $28^1/_2{}^h$ erlegenen Meerschweinchens. Controlthier stirbt nach etwa 30 Stunden. 20^h p. i. getödtet. In Lymphdrüse und Milz mikroskopisch Milzbrandbacillen nachweisbar, in den übrigen Organen nicht. In den hohlen Objectträgern von Milz, Lymphdrüse, Lunge, Herzblut, Milzbrandbacillen, in denen von Niere, Knochenmark und Leber keine. Auf den Platten Entwickelung und zwar: Lymphdrüse 9, Herzblut 16, Knochenmark 1, Niere 34, Milz 762, Leber 253, Lunge 1020, insgesammt 2095 Herde.

27. Subcutan geimpft mit einem Stücke aus der Milz eines nach 30 Stunden verstorbenen Kaninchens. Controlthier stirbt nach $28^1/_2$ Stunden (bei diesem Thiere wurden die Milzbrandbacillen $25^3/_4{}^h$ p. i. im Ohrvenenblute mikroskopisch nachgewiesen). $21^3/_4{}^h$ p. i. getödtet. Mässig ausgedehntes Oedem mit vielen schönen Bacillen. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. In sämmtlichen hohlen Objectträgern Entwickelung, gleichfalls auf den Platten und zwar: Herzblut 133, Gehirn 48, Hirn 345, Leber 840, Lunge 2272, Milz 33 840, insgesammt 37 498 Herde.

Die zur ersten Versuchsreihe (subcutane Impfung mit Milzbrandsporenfäden) verwendete Cultur musste verlassen werden, als die von Dr. Lubarsch aus Berlin mitgebrachten Sporenfäden zu Ende gegangen waren. Mit von derselben Milzbrandrasse neu hergestellten Fäden weiter zu arbeiten, schien nicht angebracht, weil die zur Aussaat angesetzte Bouilloncultur eine zufällige (wahrscheinlich durch Temperaturschwankungen des Brütschrankes bedingte) aber sehr beträchtliche Abschwächung erfahren hatte. Wir verwandten deshalb in den beiden folgenden Versuchsreihen eine andere sehr virulente Milzbrandcultur, und liessen Controlthiere, welche gleichzeitig und mit demselben Materiale wie die getödteten Thiere geimpft waren, bis zu ihrem natürlichen Tode leben, um bei jedem Versuche einen sicheren Entscheid über den Virulenzgrad der verwandten Cultur zu haben. Die angeführten Versuche mit Milzbrandsporenfäden dürfen entschieden mit den übrigen verglichen und zur Beurtheilung mit herangezogen worden, weil diese ersten Fäden bis zu ihrem Gebrauche im Zimmer an einem schattigen Orte aufbewahrt waren, also sicher keine Virulenzverminderung erfahren hatten.

In keinem unserer Versuche wurde vor der 17. Stunde nach der Infection Milzbrandbacillen in den inneren Organen von Meerschweinchen nachgewiesen. Nur in einem Falle, bei subcutaner Impfung eines kleinen Thieres mit frischer Agarcultur, waren schon in den inneren Organen des nach 17 Stunden getödteten Thieres Milzbrandbacillen nachweisbar und zwar in Lunge, Leber, Niere, Milz und Herzblut insgesammt 302 Herde. Das Controlthier zu diesem Versuche starb schon nach $21^1/_2$ Stunde. In den Platten, die mit einer nur geringen Menge Gewebssaftes von den entsprechenden Organen geimpft waren, gingen dagegen insgesammt 449 938 Herde auf. Auch im Zeitraume zwischen der 18. und 20. Stunde nach der Infection sind die Milzbrandbacillen noch sehr selten und sehr wenig zahlreich im Blute und in den inneren Organen. Zwölf Thiere wurden innerhalb dieses Zeitraumes getödtet. Bei vieren wurden die Bacillen in den inneren Organen vollständig vermisst, bei einem fanden sich wenige in einer regionären Lymphdrüse, bei fünfen wurden nur wenige gefunden. Bei einem Thiere, das 19^h p. i. getödtet, wuchsen aus den recht grossen Stücken, entnommen von sämmtlichen inneren Organen, insgesammt 5269 Herde. Das Controlthier zu diesem starb nach $22^1/_2$ Stunden; aus einem Tropfen Milzsaft allein entwickelten sich 134 760 Colon.

Nur bei einem Thiere, 20^h p. i. getödtet, wurden zahlreichere Milzbrandbacillen (etwa 10 000) in den Platten aus sämmtlichen inneren Organen gezählt. Aber auch in diesem Falle waren ganz ausnahmsweis grosse Stücke zur Aussaat verwandt worden. In dem Zeitraume zwischen der 20. und 22. Stunde p. i. hatte in zwei von fünf Fällen noch kein nachweis-

barer Uebergang stattgefunden. In einem Falle, 21^h p. i. getödtet, hatte sich nur eine einzige Colonie und zwar aus dem Blute, welches einer der Impfstelle nahe gelegenen Vene entnommen war, entwickelt. Bei einem Meerschweinchen, das 22^h p. i. getödtet wurde, waren die Milzbrandbacillen noch sehr spärlich, bei einem von $21^3/_4{}^h$ p. i. getödteten, schon recht zahlreich in den inneren Organen. 22 Stunden nach der Infection wurden sie in keinem Falle mehr vermisst. Sie können aber jetzt noch, auch $29^1/_2{}^h$ p. i. spärlich darin vorkommen.

Vor der 17. Stunde nach der Infection sind also bei Meerschweinchen, welche mit Milzbrand geimpft waren, der spätestens innerhalb von 34 Stunden die Thiere tödtet, niemals Bacillen im Blute vorhanden. Zwischen der 17. und 22. Stunde findet der Uebergang von der Impfstelle in's Blut statt. Nach der 22. Stunde wurden dieselben in keinem Falle mehr im Blute vermisst. Wie lange Zeit die Bacillen im Blute circuliren können, bevor das Thier der Infection erliegt, über diese Frage geben unsere Versuche auch mit Berücksichtigung der Controlthiere keinen Aufschluss. Zu dieser Entscheidung sind Versuche an kleineren Thieren überhaupt, insbesondere aber Meerschweinchen nicht geeignet. Bei Entnahme von kleineren Blutmengen aus einer oberflächlichen Vene wäre das bacteriologische Resultat unsicher; bei Entnahme von grösseren dagegen dürfte die Widerstandsfähigkeit des schon kranken Thieres dadurch noch weiter geschwächt werden können, so dass durch dieses Moment der Tod des Thieres beschleunigt werden dürfte.

Am frühesten und zahlreichsten wurden die Bacillen in Milz, Lunge und Leber gefunden, ausnahmsweise auch in der Niere. Dass die Lymphdrüsen, besonders die der Impfstelle zunächst gelegenen, und das Knochenmark eine Prädilectionsstelle für die Ablagerung der Milzbrandbacillen bilde, kann aus unseren Versuchen entschieden nicht geschlossen werden. Die Aufnahme der Milzbrandbacillen von der Impfstelle geschieht daher wahrscheinlich durch directes Einwachsen derselben in die Blutgefässe und nicht allein auf dem Umwege durch die Lymphgefässe.

Versuche bei Kaninchen.

Während sich bei Meerschweinchen für jede bestimmte Milzbrandspecies ziemlich genau die Zeit angeben lässt, innerhalb welcher dieselbe zum Tode des Thieres führt, ist dies bei Kaninchen durchaus unmöglich. Wir stellten ausserhalb der hier mitgetheilten Versuche noch eine grössere Versuchsreihe an, um für ein bestimmtes Impfverfahren (subcutane, intravenöse oder Impfung am Ohre) und für bestimmte Herkunft der Milzbrandbacillen (frische Culturen, Sporenfäden, von Thier zu Thier) die

Krankheitsdauer genauer zu bestimmen. Bei keiner Versuchsanordnung liess sich aber ein auch nur annähernd gleichlanger Krankheitsverlauf bei mehreren Thieren erzielen.

Ein Kaninchen, das subcutan unter die Bauchhaut von dem Oedem eines $28^1/_2{}^h$ p. i. erlegenen Meerschweinchens geimpft war, starb 22 Stunden nach der Infection; ein gleich grosses, geimpft mit dem Oedem eines Meerschweinchens, welches 29^h 50 Min. p. i. erlegen war, starb erst nach 42 Stunden. Zweien Kaninchen wurden je 0,5 ccm einer Bouilloncultur von Milzbrandbacillen, welche Meerschweinchen in weniger wie 30 Stunden tödten, in die Ohrvene eingespritzt. Das eine Thier starb nach 22, das zweite nach 41 Stunden. Kaninchen sind nämlich nicht in dem Grade, wie Meerschweinchen und auch Mäuse für Milzbrand empfänglich. Zwar haben wir niemals ein Kaninchen geimpft, welches absolut immun gewesen wäre, d. h. welches ohne vorhergegangene geeignete Behandlung die Impfung mit vollvirulentem Milzbrand überstanden hatte, aber es besteht ein recht bedeutender Unterschied in der Empfänglichkeit zwischen den einzelnen Thieren, welche eben in dem verschieden langen Krankheitsverlauf ihren Ausdruck findet.

I. Zwei Kaninchen gleichzeitig subcutan unter die Bauchhaut mit Milzbrandsporenfäden (Lubarsch, Berlin, August 1888) geimpft. Das eine stirbt in einem Zeitraume zwischen 55 bis 62 Stunden. Das zweite Thier wird 40^h p. i. getödtet. Ausgedehntes Oedem mit zahlreichen Bacillen. Mikroskopisch in den inneren Organen nichts nachweisbar. In den hohlen Objectträgern keine Entwickelung. Auf den Agarplatten Entwickelung und zwar: Niere 3, Milz 4, Lunge 12, Knochenmark 6, Leber 2, Herzblut 3, insgesammt 30 Herde.

II. Vier Kaninchen gleichzeitig geimpft unter die Bauchhaut mit Agarcultur aus der Milz eines Meerschweinchens, welches 26^h p. i. erlegen war. Zwei Kaninchen starben nach 28, resp. 29 Stunden. Das dritte Thier wird $23^1/_2{}^h$ p. i. durch Nackenschlag getödtet. Weit ausgedehntes Oedem mit vielen schönen Bacillen. Mikroskopisch in den inneren Organen keine Bacillen nachweisbar. In den hohlen Objectträgern keine Entwickelung. Auf der Agarplatte entwickeln sich: Knochenmark 0, Herzblut 0, Leber 0, Lunge 360, Milz 780, Niere 143, insgesammt 1283 Herde. Das vierte Thier wird 30^h p. i. getödtet. Geringes Oedem mit wenigen Bacillen und wenigen Haemorrhagien. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. In den hohlen Objectträgern von Lunge, Niere, Leber Entwickelung, in den übrigen keine. Auf den Agarplatten von Milz 2, Leber 52, Niere 11, Knochenmark 9, Lunge 4, Herzblut 0, insgesammt 69 Herde.

III. Fünf Kaninchen erhalten 0·5 ccm einer Bouilloncultur, die aus der Milz eines 26^h p. i. erlegenen Meerschweinchens angelegt ist, in die Ohrvene eingespritzt. Das erste Thier stirbt 22 Stunden, das zweite 41 Stunden p. i. Das dritte Thier wird getödtet $4^1/_4{}^h$ p. i. durch Nackenschlag. Milz nicht vergrössert, wie gewöhnlich. Leber sehr blutreich; die übrigen Organe von gewöhnlicher Beschaffenheit. Mikroskopisch in den inneren Organen

keine Bacillen nachweisbar. In den hohlen Objectträgern keine Entwickelung. Auf der Agarplatte von Leber Entwickelung (22 Herde); in sämmtlichen übrigen Organen auch aus dem Blute der Arteria und Vena cruralis keine Entwickelung. Bei mikroskopischer Untersuchung der Leber auf Schnitten werden Bacillen erst nach sehr vielen Schnitten in spärlichster Anzahl gefunden. Das vierte Thier 18^h p. i. durch Nackenschlag getödtet. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. In den hohlen Objectträgern von Milz und Herzblut Entwickelung, in den sonstigen nicht. Auf sämmtlichen Agarplatten Entwickelung; und zwar: Milz 30, Herzblut vier grosse confluirte und 4550 kleine Einzelherde, Knochenmark 2570, Leber 150, Niere 150, Lunge ca. 300, insgesammt 7750 Einzelherde, ausser den vier confluirten. Das fünfte Thier wird $24^1/_2{}^h$ p. i. durch Nackenschlag getödtet. In den inneren Organen keine Bacillen nachweisbar. Auf den Agarplatten Entwickelung und zwar: Lunge 15, Herzblut 27, Leber 1, Knochenmark 0, Lunge 12, Niere 35, insgesammt 90 Herde.

IV. Zwei Kaninchen geimpft unter die Bauchhaut mit dem Oedem eines 26^h p. i. erlegenen Kaninchens. Das erste Thier wird 18^h p. i. durch Nackenschlag getödtet. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. In den hohlen Objectträgern Entwickelung aus Milz, Herzblut und Lunge, keine aus Leber, Niere, Knochenmark, Mesenterialdrüse, Musculatur und Vena cara inferior. Auf Agarplatten Entwickelung und zwar: Herzblut 22, Milz 480 einzelne und mehrere confluirte Herde, Lunge 112, Leber 45, Niere 7, Knochenmark 0, insgesammt 676 Einzelherde ausser den confluirten. Das zweite Thier stirbt nach $45^1/_4$ Stunden.

V. Vier Kaninchen subcutan geimpft mit dem Oedem eines Kaninchens, das 41^h p. i. erlegen ist. Das erste Thier wird 16^h 40 Min. p. i. durch Nackenschlag getödtet. Ausgedehntes Oedem. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. Nur in dem hohlen Objectträger aus der Leber Entwickelung, in den übrigen keine. Auf den Agarplatten von Leber 19, Milz 7, Knochenmark, Herzblut und Niere keine Herde. Das zweite Thier wird 17^h p. i. getödtet. In den inneren Organen keine Bacillen nachweisbar. Entwickelung in den hohlen Objectträgern von der Milz und Niere, in den übrigen nicht. Auf den Agarplatten Entwickelung und zwar: Herzblut 4, Lunge 4, Milz 11, Leber 1008, in den übrigen Organen keine Herde. Das dritte 19^h p. i. durch Nackenschlag getödtet. Sehr ausgedehntes Oedem. Nur Platten angelegt; auf sämmtlichen (Milz, Knochenmark, Lunge, Herzblut, Niere, Leber) nichts gewachsen. In 520 Schnitten der scheinbar geschwollenen Milz keine Bacillen nachweisbar. Das vierte wird $41^1/_2{}^h$ p. i. durch Nackenschlag getödtet. Starkes Oedem. In den inneren Organen mikroskopisch keine Bacillen nachweisbar. In den hohlen Objectträgern Entwickelung nur im Herzblut, in den übrigen nicht. Auf Agarplatten Entwickelung und zwar: Leber 115, Niere 23, Knochenmark 0, Lunge 107, Herzblut 1, Milz 490, insgesammt 636 Herde.

VI. Drei Kaninchen wurden subcutan geimpft mit Stücken aus dem ödematösen Bindegewebe eines Kaninchens, das in dem Zeitraum zwischen 31 und 42 Stunden p. i. erlegen ist. Das erste Thier $22^1/_2{}^h$ p. i. durch Nackenschlag getödtet. Mikroskopisch in den inneren Organen keine Bacillen nachweisbar. Im hohlen Objectträger aus der Milz Entwickelung, in

den sämmtlichen übrigen nicht. Auf Agarplatten Entwickelung und zwar: Milz 5, Lunge 13, Niere 1, Herzblut 29, Knochenmark und Leber keine, insgesammt 48 Herde. Das zweite Thier stirbt 21, das dritte 37 Stunden nach der Infection.

VII. Zwei Thiere erhalten eine intravenöse Impfung mit dem Oedem des im vorigen Versuche vermerkten nach 37 Stunden erlegenen Kaninchens. Das eine Thier wird 7^h 20 Min. p. i. durch Nackenschlag getödtet. Nur Agarplatten angelegt; Entwickelung auf der von Milz 5, auf der von Leber 1 Herd, auf allen übrigen keine. Das zweite Thier stirbt 62 Stunden nach der Infection.

VIII. Drei Kaninchen intravenöse Impfung mit dem Oedem eines Meerschweinchens. Das erste Thier wird durch Nackenschlag getödtet $11^1/_2{}^h$ p. i. Nur Agarplatten angelegt. Es entwickeln sich aus Niere 1, Herzblut 1, Leber 1, Milz 3, Lunge 5 Herde. Das zweite Thier stirbt $14^1/_4$, das dritte 49 Stunden nach der Infection.

Nur bei einem von den 13 getödteten Kaninchen wurden Milzbrandbacillen in den inneren Organen vollkommen vermisst, bei den übrigen dreizehn aber stets, wenn auch in sehr wechselnder Menge gefunden. Die beiden am frühesten getödteten Thiere ($4^1/_4{}^h$ und 7^h 20 Min. p. i.) waren durch intravenöse Injection geimpft. Bei dem ersten fanden sich nur in der Leber und zwar 22, bei dem zweiten in sämmtlichen inneren Organen zusammen genommen 11 Herde. In diesen beiden Fällen ist die Annahme wohl gestattet, dass es noch zu keiner Keimvermehrung gekommen war, sondern dass diese wenigen Keime noch dieselben waren, welche in die Blutbahn eingespritzt wurden. Bei einem Thiere, welches $22^1/_2{}^h$ p. i. getödtet wurde (die beiden Controlthiere starben 21 resp. 37^h p. i.), wurden insgesammt 48 Herde gefunden. In einem anderen Versuche mit vier Kaninchen starben zwei Thiere nach 28, resp. 29 Stunden. Das dritte $23^1/_2{}^h$ p. i. getödtet, hatte schon 1283 Herde, das vierte, später wie die beiden Controlthiere, nach 30 Stunden getödtet, hingegen nur 69 Herde.

Diese höchst ungleichmässigen Resultate können ihre Erklärung nur in der individuell verschiedenen Empfänglichkeit der einzelnen Kaninchen finden. Ebenso wenig wie bei Meerschweinchen lässt sich auch bei Kaninchen dieser Fehler dadurch ausgleichen, dass man den geimpften Thieren bei Lebzeiten Blut aus einer oberflächlichen Vene entnimmt und dieses untersucht. Denn bei diesen geringen Blutmengen ist es vom reinen Zufall abhängig, ob man die Bacillen antrifft oder nicht. Aus diesem Grunde und weil solche Versuche auch schon von Wyssokowitsch vorliegen, beschränkten wir uns auf bloss zwei.

23./III. 12^h 30 Min. Kaninchen subcutan unter die Bauchhaut geimpft mit 1^{ccm} einer Ascitesflüssigkeit eines 30^h p. i. erlegenen Kaninchens, welches

sehr reich an Bacillen ist. 24./III. 9^h 20 Min. Morgens Temperatur $38 \cdot 6^0$ Keine Bacillen im Blute. 12^h 40 Min. Mittags Milzbrandbacillen ziemlich reichlich im Venenblute von Ohr und Rücken. 2^h 20 Min. Milzbrandbacillen in grosser Menge im circulirenden Blute. 2^h 38 Min. Tod. 36 Stunden p. i.

23./III. 12^h 40 Min. Thier geimpft wie das vorige. 24./III. 11^h Temp. $40 \cdot 4^0$. 1^h Temp. $40 \cdot 7^0$. In drei hohlen Objectträgern aus dem Ohrvenenblut keine Milzbrandbacillen. 4^h 50 Min. Mittags Milzbrandbacillen spärlich im Blut. Thier lebt noch 11^h 55 Min. Nachts. Am anderen Morgen 6^h 40 Min. todt im Stalle gefunden. Tod nach weniger wie 42, und nach mehr wie 35 Stunden eingetreten. Die ersten spärlichen Bacillen 28 Stunden nach der Infection im Blute gefunden.

Der Thatsache, dass die Milzbrandbacillen nicht zu jeder Zeit im Blute circuliren, sondern erst kurz vor dem Tode in demselben auftreten, finden wir bereits in der älteren Litteratur häufiger Erwähnung gethan.

Brauell[1], der sicher mit zu den ersten gehört, welche die Milzbrandbacillen im Blute gesehen, hat ihnen aber nach seinen ersten Beobachtungen nicht die Bedeutung beigemessen, welche ihnen wirklich zukommt und die Pollender richtig erkannte. Brauell hielt nämlich die Milzbrandbacillen für gewöhnliche Fäulnissbacillen, welche nur im Blute der an Milzbrand verstorbenen Thiere früher auftreten als nach anderen Krankheiten. Bei einem Schafe, das 4 Tage nach der Impfung erlag, constatirte er eine Stunde vor dem Tode die Bacillen im Blute, während dieselben am zweiten Tage (38 Stunden nach der Impfung) noch nicht darin waren. In seiner zweiten Arbeit[2] berichtet Brauell folgenden Versuch: Pferd B spontanem Milzbrand erlegen. Blut aus 24 Stunden vor dem Tode eröffneten Carbunkel enthält keine Bacillen. Vom Pferd B wird nach seinem Tode ein Füllen geimpft, dasselbe stirbt 77 Stunden nach der Impfung. 24 Stunden vor dem Tode keine Bacillen, ebenso 18 Stunden, erst 4 Stunden vor dem Tode werden im Blute nicht zahlreiche, gestreckte und geknickte bewegungslose, stäbchenförmige Körper gefunden. Füllen 12 ebenfalls von dem Pferde B geimpft. Bei dem 92 Stunden nach der Impfung verstorbenen Thiere werden 12 Stunden vor dem Tode keine Bacillen im Blute gefunden, erst $^1/_4$ Stunde vor dem Tode massenhafte. Seine Anschauungen über diesen Punkt fasst Brauell im Satze 21 folgendermassen zusammen: Der früheste Termin, wo einzelne Veränderungen im Blute wahrnehmbar werden, liegt 18 Stunden vor dem Tode (Füllen 11). In den meisten Fällen stellen sich dieselben erst später, näher dem Tode, ein. Die stäbchenförmigen Körper wurden einmal 8—10 Stunden vor dem Tode im Blute gefunden, in der Regel erscheinen die-

[1] Virchow's *Archiv*. Bd. XI. S. 132.
[2] *Ebenda*. Bd. XIV. S. 432.

selben aber kürzere Zeit, 1—2—3 Stunden vor dem Tode, je nachdem der Verlauf des Milzbrandes rascher oder langsamer ist.

Delafond[1] äussert sich darüber noch schärfer: Sur les animaux auxquels j'ai transmis le charbon, des examens du sang ont été faits d'heure en heure, de demi-heure en demi-heure, de quart d'heure en quart d'heure et même de dix en dix minutes, à compter du moment de l'inoculation jus qu'à l'instant de la mort. Or dans tous ces examens je n'ai aperçu les corpuscules du charbon que d'une heure à cinq heure après la constatation des premièrs symptomes objectifs décelant l'infection charbonneuse. Aprés leur apparition ces productions augmentent en nombre de quart d'heure en quart d'heure avec les progrès du mal, enfin on les aperçoit en quantité parfois considérable peu d'instants avant la mort. Alors qu'elles apparaissent on peut assurer que l'animal n'a plus que peu d'heures à vivre.

Brauell[2] theilt folgenden Versuch Davaines mit:

Das erwachsene und sehr kräftige Kaninchen A wurde mit höchstens 3—4 Tropfen Blut eines mit noch lebenden Bacterien inficirten Kaninchens geimpft. 46 Stunden nachher fanden sich im Blute des Kaninchens A bei sorgfältiger Untersuchung keine Bacteridien. Es wurden jetzt 12—15 Tropfen Blut aus der Ohrvene von A in das Unterhautzellgewebe eines $2^1/_2$ Monate alten Kaninchens B injicirt. 9 Stunden später (55^h p. i.) enthielt das Blut von A eine grosse Menge von Bacterien. Eine Anzahl Tropfen dieses Blutes wurden dem Bruder von B, dem Kaninchen C, injicirt. Etwa eine Stunde später (56^h p. i.) starb das Kaninchen A. 20 Minuten später auch das Kaninchen C, sein Blut enthielt Bacterien. Kaninchen B lebt noch 8 Tage nach der Impfung und befand sich wohl.

Davaine[3] hat bei 10 Kaninchen Wunden, welche er mit Milzbrandbacillen inficirt hatte, in der Zeit zwischen $^3/_4$ und 3 Stunden nach der Infection energisch cauterisirt, und, da er sieben Thiere mit dem Leben davon brachte, gemeint, es sei die Gefahr der allgemeinen Verschleppung der Bacillen von der Impfstelle aus durch's Blut bis zur 3. Stunde keine sehr grosse.

Rodet[4] impfte Kaninchen an den Ohren und schnitt dieselben später und zu verschiedenen Zeiten ab, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

---

[1] Communication sur la maladie regnante. *Bulletin de la société cent. vétér.* im *Recueil de méd. vétérinaire*, 1860, T. XXXVII, p. 726—748 citirt nach Strauss: Le charlon, p. 134 u. 135.

[2] Virchow's *Archiv.* Bd. XXXVI.

[3] Citirt nach W. Koch's *Der Milzbrand und Rauschbrand.* S. 115.

[4] *Ebenda.* S. 115.

Am Ohr geimpft	Ohr abgeschnitten in Stunden	
	leben	starben
8 Kaninchen	1, 3, 7, 10	2, 5, 6, 9
9 „	3, 5, 6	1, 2, 4, 7, 8, 9
12 „		3
12 „		$^3/_4$ } also 24

Es überlebten also die Impfung nur 7 von 41 Kaninchen, und wenn auch absolut gültige Regeln über die Schnelligkeit des Eindringens der Organismen in die Blutbahn noch nicht gegeben werden können, so erfolgt ein solcher Einbruch doch offenbar wenigstens in einem Theil der Fälle äusserst schnell und heftig noch vor Ablauf der ersten Stunde.

Einen gleichen Versuch stellten wir mit 6 jungen Kaninchen von gleichem Wurfe an. Das erste, welchem das geimpfte Ohr 3 Stunden nach der Impfung dicht über der Ohrwurzel abgeschnitten wurde, starb nach etwas über 30 Stunden; das zweite, dem das Ohr nach 6 Stunden entfernt wurde, nach eben so langer Zeit; dem dritten wurde das Ohr nach 10 Stunden abgetragen, es verendete nach mehr wie 33 und weniger wie 45 Stunden; dem vierten war das Ohr nach 24 Stunden entfernt worden, es starb gleichfalls zwischen der 33. und 45. Stunde. Dem fünften und sechsten wurden die Ohren nicht abgeschnitten, das fünfte starb nach etwa 23, das sechste im Zeitraume zwischen der 33. und 45. Stunde.

Der Uebergang der Milzbrandbacillen von der Infectionsstelle in's Blut findet also in den meisten Fällen schon sehr frühzeitig statt; in einzelnen aber kann er sich sehr verzögern und selbst noch in der 10. Stunde fehlen. Dieser frühzeitige Uebergang ist aber durchaus nicht gleichbedeutend mit einer Vermehrung der Bacillen im Blute. Denn alle Untersucher, welche bis jetzt ihre Aufmerksamkeit auf diesen Punkt gerichtet haben, vermissten ebenso wie wir die Milzbrandbacillen im circulirenden Blute bis wenige Stunden vor dem Tode der Thiere. Diese Thatsache steht fest.

Die in's Blut übergetretenen Bacillen verschwinden also wieder aus demselben. Viele von ihnen werden in den inneren Organen abgelagert vermehren sich dort und tödten dann von dort aus die Thiere, wie dies die Versuche der Kaninchen mit den frühzeitig abgeschnittenen Ohren lehren. Vielleicht gehen aber auch manche derselben im circulirenden Blute zu Grunde. Denn das Blut der Kaninchen, welche sicherlich zu den für Milzbrand empfänglichsten Thieren gehören, ist nicht von vorneherein ein geeigneter Nährboden für Milzbrandbacillen. Wäre dies der Fall, so mussten die in die Blutbahn eingespritzten Bacillen sich darin

vermehren und nicht, wie alle Untersuchungen gezeigt haben, zuerst daraus wieder verschwinden. Auch würden in diesem Falle die mit intravenösen Injectionen behandelten Kaninchen sehr viel rascher der Infection erliegen, als die subcutan geimpften: etwa in der Zeit, welche bei den letzteren zwischen dem ersten Auftreten der Bacillen im Blute und dem Tode liegt.

Alle diese Thatsachen und Erwägungen sprechen auf's entschiedenste dagegen, dass der Milzbrand auch der kleineren Thiere (Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen) von vornherein eine Blutkrankheit sei. In gleicher Weise, wie der Milzbrand beim Menschen und bei den grösseren Thieren in erster Linie eine Localerkrankung ist, müssen wir auch den Krankheitsverlauf bei den Thieren auffassen, welche einer künstlichen Infection im Laboratorium verfallen. Die Milzbrandbacillen vermehren sich zuerst an der Impfstelle. Je nachdem die Structur derselben ist, ob das Gewebe derber oder weicher, gefässreicher oder ärmer sei, wie dies jüngsthin auch von Birch-Hirschfeld[1] betont wurde, werden die Bacillen früher oder später in's Blut übergehen. Mit diesem ersten frühzeitigen Uebergange findet aber nicht gleichzeitig auch eine Vermehrung der Bacillen statt; denn das circulirende Blut der gesunden Thiere (auch der Kaninchen, vielleicht auch der Meerschweinchen und Mäuse) hat entschieden bacterienfeindliche Eigenschaften,[2] wenn auch nicht in dem Maasse, wie die Versuche mit dem extravasculären Blute anzeigen. Erst nachdem das Thier längere Zeit krank gewesen ist, d. h. sich die Milzbrandbacillen an der Impfstelle stark vermehrt und damit auch zahlreiche Zersetzungsproducte gebildet haben, erst dann verliert das Blut diese bacterientödtenden Eigenschaften und wird zu einem guten Nährboden für dieselben, auf welchem sie sich in kürzester Zeit in's ungeheuerste vermehren können, wie dies ja direct zahlenmässig durch die Versuche von Lubarsch[3] bewiesen worden ist.

Dass diese Umwandlung des Blutes aus einem für das Wachsthum der Bacterien feindlichen Zustande in einen für dieselben günstigen durch Aufnahme der an der Impfstelle gebildeten Zersetzungsproducte geschehe, dafür sprachen übrigens schon einige Experimente von Gamaleia. So berichtet derselbe:[4] Einem Kaninchen wurde Oedemflüssigkeit in die Blut-

---

[1] Ziegler's *Beiträge.* Bd. IX.

[2] Wenn wir hier kurzweg von „bacterienfeindlichen Eigenschaften des Blutes sprechen, so wollen wir damit keineswegs diese Eigenschaft lediglich dem zellfreien Blut im Sinne von Buchner, Behring u. a. zuerkennen.

[3] *Untersuchungen über die Ursachen der angeborenen und erworbenen Immunität.* S. 135—137.

[4] Sur la destruction des mikrobes dans les organismes febricitants. *Annales de l'Institut Pasteur.* 1888. p. 232.

bahn eingespritzt; dasselbe erlag nach etwa 7 Stunden einem typischen Milzbrande. Wir haben diese Versuche Gamaleia's in gleicher Weise wiederholt, können sie aber nicht in vollem Umfange bestätigen, denn ein Theil der Thiere starb nach gewöhnlicher Krankheitsdauer; drei aber abnorm früh, wie wir sie bei keiner anderen Impfart beobachtet haben. Das erste Thier erlag nach $14^1/_4$, das zweite nach 16, das dritte nach 18 Stunden.

Gamaleia's so überraschendes Resultat lässt sich vielleicht dadurch erklären, dass derselbe seine Versuche an den kleinen und sehr viel weniger widerstandsfähigen russischen Kaninchen ausgeführt hat, welche nach Chor auch für I Vaccin noch empfänglich sind.

Diese Ansicht von dem Wesen des Milzbrandes, dass er in erster Linie eine Localerkrankung ist, steht in vollkommenster Uebereinstimmung mit dem, was wir über den Uebergang der Milzbrandbacillen von Mutter auf Fötus wissen. Dieser Uebergang wird zweifelsohne um so häufiger stattfinden, wie Birch-Hirschfeld und Lubarsch[1] gezeigt haben, je länger die Bacillen im Blute circuliren. Nur in den Fällen, wo sie relativ frühzeitig, d. h. längere Zeit vor dem Tode des Thieres in die Placenta gelangen, können sie sich darin auch vermehren und nunmehr entweder durch directes Hineinwachsen oder durch Berstungen der Gefässe in die Placenta fötalis und den Fötus überwandern.

[1] Ueber die intrauterine Uebertragung pathogener Bakterien (Virchow's *Arch.* Bd. CXXIV).

[Aus dem bacteriol. Laboratorium der Zoologischen Station zu Neapel.]

Untersuchungen über den Diplococcus pneumoniae und verwandte Streptokokken.

Von

Dr. **Walther Kruse** und Dr. **Sergio Pansini.**

Im Jahre 1881 wurde von Pasteur (1) und Sternberg (2) durch Verimpfung menschlichen Speichels auf Kaninchen derjenige Mikroorganismus entdeckt, der einige Zeit später durch A. Fränkel (3) als Erreger der Sputumsepticämie genaueste Beschreibung fand. Unabhängig von einander lieferten weiterhin letzterer Autor und Weichselbaum (4) den durch mikroskopische Beobachtung, Züchtung und Thierexperimente gestützten Beweis, dass das nämliche Bacterium zum wenigsten bei der grossen Mehrzahl der Fälle von fibrinöser Pneumonie der Menschen in den erkrankten Theilen der Lunge in Reinkultur zu finden sei. Wenn nun schon in ihren ersten Arbeiten beide Forscher, in ausgedehntestem Maasse Weichselbaum, eine ganze Reihe von Complicationen der Lungenentzündung, wie Pleuritis, Pericarditis, Meningitis u. s. w. auf denselben Microorganismus — ihren Pneumoniecoccus resp. Diplococcus pneumoniae — zurückführen konnten, so kamen in der Folgezeit nicht nur zahlreiche Bestätigungen, sondern auch neue Funde hinzu, welche die ursächliche Rolle des Diplococcus für andere primäre und secundäre Erkrankungen sicherstellten. Die bereits ausführlich gegebene Charakteristik desselben wurde durch die meisten Autoren nur in einigen Zügen ergänzt, nicht modifizirt. Bestimmt abweichende Angaben machte zuerst Biondi (5) in der Beschreibung seines Bacillus saliverius septicus, den er übrigens mit dem Fränkel'schen Speichelmikroben identificiren zu können glaubte. Arustamow (6) gig weiter

und trennte den Micrococcus der Speichelsepticämie von dem der Pneumonie; Foà (7) glaubte zwei Varietäten des Erregers der Lungenentzündung unterscheiden zu müssen, einen Pneumococcus und einen Meningococcus, welch letzterer mit dem von Foà und Bordoni-Uffreduzzi (7) gemeinsam beschriebenen Mikroben der epidemischen Cerebrospinalmeningitis identisch wäre; Bonome (8) berichtete wiederum von einem Streptococcus meningitidis, der von dem Meningococcus verschieden wäre. Eine grosse Zahl von Lungenentzündungen untersuchte Banti (9) und kam dabei zu dem Schluss, dass vier Varietäten des Pneumoniecoccus existirten, von denen eine jede bestimmt charakterisirte Epidemieen bedingte. Nach Bordoni-Uffreduzzi erklärten sich die von Foà und Bonome angegebenen Differenzen zum Theil aus dem verschiedenen Viculenzgrad des Diplococcus und hätten eine Analogie in den Veränderungen, die man durch Züchtung desselben erzielen könnte; auch der Diplococcus meningitidis intracellularis Weichselbaum's wäre eine Varietät des Pneumoniecoccus. Dass eine ganze Reihe derartiger natürlicher Abarten vorhanden sind, wurde durch mehrere im hiesigen Laboratorium (10—12) durchgeführte Untersuchungen bewiesen, aus denen zugleich folgte, dass die zur Gruppe des Pneumoniecoccus gehörenden Bacterien nicht nur häufige, sondern ganz regelmässige Bewohner des Speichels und Sputums sind.

Wie über die Einheit des Virus, so gingen auch die Ansichten der Forscher über die Wirkungen desselben bei Thieren zum Theil erheblich auseinander. Speciell anlangend die Erzeugung der echten fibrinösen Pneumonie gaben einige Autoren wie Gamaleia (13), Monti (14) an, dieselbe regelmässig haben erzeugen zu können, während das der Mehrzahl nie oder nur ausnahmsweise gelungen war.

Schon früh wurde anerkannt, dass eine Immunisirung der Versuchsthiere gegenüber der Infection mit dem Pneumoniecoccus möglich wäre. Ueber die Ursachen der Immunität liegen für unseren Mikroorganismus aber wenige Untersuchungen vor. Von Gamaleia und Tchistowitch (15) wurde die Phagocyttheorie auch hier in's Feld geführt; nach Behring und Nissen (16) wäre es das Blutserum nicht, dessen Eigenschaften zur Erklärung herangezogen werden könnten.

Ueber die Chemie des Pneumoniecoccus ist bisher nur wenig bekannt. Die einzigen bestimmten Angaben rührten bis vor kurzem von Bonardi (17) her, der angab, ein giftiges Alkaloid aus Culturen isolirt zu haben. Ganz neuerdings haben Foà und Carbone (18) einige Mittheilungen gemacht, die wir leider nicht mehr haben benutzen können. Diese Forscher haben ebenfalls aus Culturen eine globulinähnliche Substanz dargestellt, die als Impfstoff und Gift wirkte.

Diese kurze Uebersicht der wichtigeren Litteratur erklärt die Gesichtspunkte, von denen wir bei den folgenden Untersuchungen über den Diplococcus pneumoniae ausgegangen sind.

Erstens galt es die unter natürlichen Verhältnissen vorkommenden Abarten desselben in möglichst ausgedehntem Maasse kennen zu lernen, den Grad der Beständigkeit ihrer einzelnen Eigenschaften experimentell festzustellen, den Versuch zu machen neue künstliche Varietäten zu erzeugen und andererseits alle Abarten auf einen Typus zurückzuführen.

Zweitens waren die Bedingungen und der Verlauf der Pneumoniekokkeninfection bei den Thieren und — soweit möglich — beim Menschen einer erneuten Bearbeitung zu unterziehen.

Drittens mussten die Untersuchungen über die Verhältnisse, welche die Immunität bedingen, neu aufgenommen werden.

Wir werden diese drei Aufgaben in den folgenden Kapiteln getrennt behandeln. Die wenigen chemischen Studien, die wir nebenbei haben machen können, werden an den betreffenden Stellen Besprechung finden.

I. Varietäten des Diplococcus pneumoniae und deren Variabilität.

Im Folgenden werden wir alle von uns einmal isolirten und dem Experiment unterworfenen Formen von Dipplokokken, die in den wesentlichen Punkten sich der von Fränkel und Weichselbaum gegebenen, typischen Beschreibung anpassen, der Kürze halber als Varietäten oder Abarten bezeichnen. Damit soll nicht gesagt sein, dass sie sich sämmtlich durch bestimmte Charaktere von einander unterscheiden. Im Gegentheil sind einige wohl sicher identisch. Die Fundstätten unserer Varietäten waren 1. die Lungen von Pneumonikern, deren Cadaver uns zur Verfügung standen, 2. pleuritische Exsudate, 3. pneumonische Sputa, 4. bronchitische Sputa, 5. Speichel oder Sputa von gesunden Individuen. 6. Das Secret von einem Falle subacuten Nasenkatarrhs, 7. der Urin eines Nephritikers. Zur Isolation dienten entweder Agarplatten, die mit dem frischen Material beschickt oder die Organe von Thieren (meist Kaninchen), welche mit grossen Quantitäten (1—4 ccm) des letzteren inficirt waren. Wenn die Thiere unter den Erscheinungen der Septicämie starben, wurde meist direct aus dem Blut eine Bouilloncultur hergestellt und diese nach Controlirung ihrer Reinheit zu den weiteren Versuchen benutzt; wenn der Tod dagegen erst später an den Folgen einer localen Affection oder nur diese letztere eintrat, wurden die Diplokokken wieder mit Hülfe von Agarplatten isolirt. In vielen Fällen schlugen wir beide Wege zu gleicher Zeit ein und konnten dann oft verschiedene Varietäten aus dem ursprünglichen Material erhalten.

Von den Platten isolirten wir im allgemeinen eine ganze Anzahl von Colonieen, wählten aber von den erhaltenen Culturen nur die zu den weiteren Versuchen, die uns Differenzen zu bieten schienen.

Die so erhaltenen Varietäten benutzten wir in der Regel schon in der ersten oder zweiten Culturgeneration zu Experimenten am Thier, zu Impfungen in Agar und Bouillon von verschiedenen Alkalescenzgraden, in Milch, in Gelatine, die bei 18° resp. 24° gehalten wurde und zur Anfertigung mikroskopischer Präparate. Bei einer grösseren Anzahl von Varietäten zugleich prüften wir das Wachsthum in coagulirtem Kalbsserum, menschlicher Ascitesflüssigkeit, die Intensität der Säurebildung und des Reductionsvermögens. Ungefähr 30 Spielarten wurden auf schräg geneigtem Agar unter meist täglich erfolgender Erneuerung der Cultur bis nahe an die oder bis über die 100. Generation hinaus fortgezüchtet, einige ebenso in Milch und in Nährböden von verschiedenem Alkalescenzgrad. Ab und zu wurden diese Serienculturen wieder einer Prüfung auf ihr morphologisches Verhalten, auf ihr Wachsthum in Milch, Gelatine etc. und auf ihre Virulenz unterworfen. Nebenher gingen Culturen in Gelatine und in hohen Agarschichten, die in grösseren Zeiträumen erneuert wurden. In unserer Tabelle I sind die wichtigsten so erhaltenen Ergebnisse zusammengestellt. In den folgenden Paragraphen besprechen wir die einzelnen Eigenschaften der Diplokokken getrennt, nämlich die Form und Anordnung derselben, die Kapselbildung und Färbbarkeit, die Anforderungen, die sie an den Nährboden stellen, ihr Wachsthum in Agar und Bouillon, in Gelatine, in Milch, in anderen Nährböden, ihre Lebensdauer in natürlichen und künstlichen Medien, ihr Säurebildungs- und Reductionsvermögen und endlich ihre Virulenz.

Form und Anordnung.

Schon seit seiner Entdeckung waren unserem Bacterium die Anordnung zu zwei Individuen und die Lanzettform jedes einzelnen Individuums als wichtige Charaktere zugesprochen — daher der Name Diplococcus lanceolatus. Einigen Autoren erschien die verlängerte Form sogar so ausgeprägt, dass sie den Mikroorganismus deswegen zu den Bacillen stellten. Doch machte namentlich Weichselbaum schon darauf aufmerksam, dass durchaus nicht alle Individuen oval oder lanzenförmig, sondern manche auch rund sind, und dass sich neben einzelnen Diplokokken häufig Ketten von 4—10 und mehr Individuen finden, die meist zu zweien aber auch in gleichen Abständen angeordnet erscheinen. Statt der Lanzettform tritt besonders in den Ketten häufig die Kugelform auf. Viele Varietäten zeigen diese typischen Verhältnisse. Bei anderen

sind die isolirten Diplokokken so vorherrschend, dass man kaum Ketten zu sehen bekommt, wieder bei anderen ist die Anordnung zu Doppelkokken und kurzen Ketten dieselbe, aber die Lanzenform fehlt vollständig. Für den ersten Fall haben wir seiner Zeit ein Beispiel aus dem Influenzasputum beschrieben, den zweiten repräsentirt die Nr. 4 unserer Tabelle. In anderen Spielarten tritt die isolirte Diplokokkenform hinter der Anordnung in Ketten völlig zurück. Letztere können kürzer oder länger, steif oder schön geschwungen sein. Varietäten, die zierlichste Knäuel von Ketten, aus Hunderten von Individuen zusammengesetzt, bilden, haben wir schon aus dem Influenzasputum isolirt und jetzt wiedergefunden. Auch sehr lange Ketten können noch die Lanzettform der Individuen bewahren, häufiger ist freilich die Kugelgestalt. Selbst die Halbkugelform fehlt nicht, die der Scheibenform Platz macht, wenn die Individuen nicht zu zweien (Semmelform), sondern zu mehreren in gleichen Abständen von einander erscheinen. Man kann wohl sagen, dass alle Uebergänge von der typischen Form des Diplococcus lanceolatus bis zu der des Streptococcus pyogenes vertreten sind. Eine Abart mit wirklich bacillären Formen, wie wir sie zur Zeit der Influenza häufig gesehen, haben wir in diesem letzten Jahre unter den natürlichen Varietäten nicht wiedergefunden, wohl aber traten dieselben, wie wir hier vorweg nehmen, in den späteren Generationen unserer Nr. 68, sowohl in Agar als in Gelatine auf. Involutionsformen möchten wir dieselben nicht nennen, im Gegentheil schienen sie in diesem Fall einem Excess im Wachsthum ihren Ursprung zu verdanken, denn die Culturen gediehen viel besser als anfänglich. Selbstverständlich haben wir alle Mittel angewandt, um uns von der Reinheit der Culturen zu überzeugen. Im mikroskopischen Bilde machte es den Eindruck, als ob die Bacterien sich sozusagen nicht die Zeit nähmen, sich in der gewöhnlichen Weise zu theilen. Es gab alle Uebergänge vom wirklichen Diplococcus lanceolatus zum längeren Bacillus, indem die Theilungsfurchen weniger tief wurden, dann nur andeutungsweise vorhanden waren und schliesslich verschwanden. Interessant sind diese Beobachtungen, weil sie vielleicht ein Licht auf die Art und Weise werfen, in der sich phylogenetisch ein Uebergang vom Coccus zum Bacillus vollziehen kann. Nur scheint deswegen noch kein Grund vorzuliegen, den Mikroorganismus der Pneumonie unter die Bacillen zu stellen, denn wie wir oben gesehen haben und noch weiterhin sehen werden, lässt sich im Allgemeinen die nahe Verwandtschaft zwischen ihm und dem Streptococcus der Eiterung und des Erysipels deutlich genug beweisen.

Was die Constanz der besprochenen morphologischen Charaktere betrifft, so sind im Ganzen die Unterschiede, die sich durch Wachsthum auf den verschiedenen Nährböden ergeben, nicht so gross. Im lebenden

I. Tabelle der unter natürlichen Verhältnissen gefundenen und

Laufende Nummer	Nummer des Falls	Fundort	Virulenz	Beschaffenheit der Milz (ev. Peritonitis)	Form in Bouillon und Agar	Form in Serum	Form in Agar
1.	I.	Sputum eines gesunden Mannes.	Septicämie.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Sehr virulent. Noch in der 55. Gen. Septic. b, Kaninchen. In der 100. Septicämie bei Mäusen.	Stets gross und hart (Fibrin). Stets Peritonitis.	Diplococcus lanceolatus capsulatus. Längere Ketten in der 130. Generation.	In der 84. Gen. kurze Ketten, Zoogloeahaufen. Viele Degenerationsformen. Kapsel.	Mässig. Ebenso in der 130. Gen.
2.	II.	Sputum v. Gesunden.	Septicämie.				
	a)	Blut vom Kaninchen.		Klein, weich.	Diplococcus lanceolatus capsulatus.		Spärlich.
3.	III.	Sputum v. Gesunden.	Septicämie.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Mässig virul. In d. 100. Gen. Septicämie bei Mäusen. Abscess bei Kaninchen.	Klein, weich.	Diplokokken und kurze Ketten; Kapsel. 120. Gen. lange Ketten.		Mässig. Reichlicher in der 120. Gen.
4.	b)	Agarplatte v. Sputum III.	FürKaninchen pyogen, noch in der 60. Gen. Bei Mäusen Septicämie.		Runder Diplococcus u. kurze Ketten. 130. Gen. lange Ketten.		Mässig.
5.	c)	Agarplatte v. Sputum III.	FürKaninchen pyogen, noch in der 60. Gen. Bei Mäusen Septicämie.		Diploc. lanceolatus in langen Ketten. 130. Gen. lange Ketten.		Reichlich.

Die arabischen Nummern geben die laufende Nummer der Varietät, die römischen diejenige des Falles, von dem das Rohmaterial (Sputum, Exsudat etc.) stammt. Wo ein bis, ter, quater der römischen Ziffer beigesetzt ist, bedeutet es, dass von demselben Fall entweder ein zweites, drittes, viertes Mal Material entnommen ist, oder dass das ursprünglich gewonnene Material eine verschiedene Behandlung (z. B. Conservirung für einige Zeit bei dieser oder jener Temperatur) erfahren hat. Bei jedem Fall unterscheidet man erstens die römische Ziffer selbst, die sich nur auf das mit dem Rohmaterial angestellte Experiment bezieht, und zweitens ein a) b) c) etc., das für

experimentell erhaltenen Varietäten des Diplococcus pneumoniae.

Wachsthum in						Lebensdauer in	
alk. Bouillon	saurer Bouillon (nicht neutralisirt)	coagul. Kalbsserum	Ascitesflüssigkeit	Milch	Gelatine	Agar	Gelatine
Gleichmässige Trübung. Ebenso in der 130. Gen.	Wächst nicht, auch nicht in späteren Generationen.	Wächst gut in d. 84. Generation.	Wächst gut in d. 84. Generation.	Coagulirt bis zur 33. Gen. v. Milch z. Milch. Coagulirt von der 45. Gen. in Agar, nicht v. der 130. und von Gelatine.	Wächst spärlich bei 24°. 100. Gen. wächst besser bei 24°.	Stirbt in 6 Tagen. In der 130. Gen. zwischen 20 bis 30 Tagen.	Stirbt zwischen 20 u. 25 Tagen.
Gleichmässige Trübung. Gleichmässige Trübung. Ebenso in der 120. Gen.	Wächst nicht, auch nicht später.			Coagulirt. Von 100. Gen. nicht coagulirt, ebenso wenig von Gelatine.	Wächst spärlich bei 24°. 100. Gen. wächst spärlich auch bei 18°.	† in 8 Tgn. 100. Gen. † ebenfalls in 8 Tagen.	Stirbt in 20 bis 30 Tgn.
Gleichmässige Trübung. Ebenso.	Wächst nie.			Coagulirt. Von 130. Gen. nicht coagulirt. Von Gelatine coagulirt, später nicht mehr.	Wächst sehr spärlich bei 18°, auch in der 130. Gen.	† in 15 Tgn. 130. Gen † in 20 bis 30 Tagen.	† in 20 bis 30 Tagen.
Starke Trübung. Ebenso.	Wächst nicht. Vom Agarstich Wachsthum.			Coagulirt bis zur 35. Gen. in Milch. Coagul. nicht von der 130. Gen., wohl von Gelatine.	Wächst niemals bei 18°.	† in 8 Tgn. „	† jenseits 30 Tagen.

die Varietäten gilt, die aus dem Rohmaterial selbst durch Platten oder aus dem mit letzterem inficirten Thier isolirt sind.

Unter X. Generation ist die Generation des Diplococcus auf der Agaroberfläche verstanden;

Saure Bouillon = nicht neutralisirte Bouillon.

Gelatine = 15 % Nährgelatine (Stichcultur).

Agarstich = Stichcultur in hoher Agarschicht.

Laufende Nummer	Nummer des Falls	Fundort	Virulenz	Beschaffenheit der Milz (ev. Peritonitis)	Form in Bouillon und Agar	Form in Serum	Form in Agar
6.	IV.	Sput. vom Gesunden.	FürKaninchen pyogen (Peritonitis).				
	a)	Platte vom Kaninchenblut.			Mittlere Ketten u. Kapsel. 120.Gen. lange Ketten.	80. Gen. Diplococcus capsulatus lanceolatus.	Mässig. Reichlich in der 100. Gen. Reichlich.
7.	b)	Platte vom Sputum IV.	FürKaninchen pyogen. In der 65. Gen. bei Mäusen Septicämie.		Kleine Ketten.		
8.	c)	Platte vom Sputum IV.	FürKaninchen pyogen. In der 10. Gen. bei Mäusen Septicämie.		Lange Ketten. „ „	80. Gen. Diplokokken in Haufen. Degenerationsformen.	Reichlich.
9.	V.	Sputum v. Gesunden.	Eitrige Peritonitis.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Pyogen für Kaninchen.		Diploc. und kurze Ketten.		Mässig.
10.	b)	Platte vom Sputum.	Pyogen.		Sehr lange Ketten. 100. Gen. ebenso.		Reichlich.
11.	c)	Platte vom Sputum.	Pyogen.		Mittlere Ketten, später lange Ketten.		Reichlich.
12.	VI.	Sputum v. Gesunden.	Kaninchen bleibt gesund.				
	a)	Platte vom Sputum.	Unschädlich.		Lange Ketten. Kurze Ketten v. Agarstich.		Reichlich.
13.	b)	Platte vom Sputum.	Unschädlich.		Kurze Ketten. Degenerationsformen.		Mässig.
14.	VII.	Sputum v. Gesunden.	Tödtet Ratten, Meerschweinchen u. Kaninchen ohne Septicämie.				
	a)	Blut v. der Ratte.			Diploc. und kurze Ketten. Kapsel.		Reichlich.

Wachsthum in						Lebensdauer in	
alk. Bouillon	saurer Bouillon (nicht neutralisirt)	coagul. Kalbsserum	Ascitesflüssigkeit	Milch	Gelatine	Agar	Gelatine
Gleichmässige Trübung. Auch von der 100. Gen. und von Gelatine. Flockenbild. v. Agarstich.	Wächst immer.	80. Gen. reichlich gewachsen.	80. Gen. spärlich gewachsen.	Coag. 120. Gen. coagul. nicht. Von Gelatine coagulirt. Agarstich coagulirt.	Wächst spärlich bei 18°, später besser.	† zwischen 20—40 Tagen. Ebenso.	† nach dem 30. Tage.
Bildet Flocken. Vom Agarstich Trübung.	Wächst. Wächst nicht aus aus Gelat. Wächst vom Agarstich.			Coagulirt nicht bis zur 6. Gen., coagulirt bis zur 19. Gen., von da nicht mehr. Coagulirt aus Gelatine.	Wächst nicht bei 18°.	† in 18 Tgn.	† jenseits 30 Tagen.
Bildet Flocken. 120. Gen. starke Trübung.	Wächst stets, auch in 100. Gen. von saurer B. zu saurer B.	80. Gen. spärlich gewachsen.	80. Gen. gut gewachsen.	Coagulirt bis zur 100. Gen. in Milch, Coagulirt nicht von der 100. Gen. Agar, wohl von Gelatine.	Wächst nicht bei 18°. 120. Gen. spärlich bei 18°.	† in 8 Tgn. † jenseits 30 Tagen.	† jenseits 30 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt nicht.	Wächst nicht bei 18°.	† in 15 Tgn.	
Fadenziehender Niederschlag. Starke Trübung.	Wächst.			Coagulirt von Gelatine. Coagulirt schnell. 100. Gen. coag. langsam.	Wächst nicht b. 18°.	† in 10 Tgn. † jenseits 30 Tgn. i. d. 100. Gen.	† jenseits 30 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt.	Wächst bei 18°.	† in 10 Tgn.	† jenseits 30 Tagen.
Starke Trübung.	Wächst.			Coagulirt.	Wächst nicht bei 18°.	† in 20 Tgn.	
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt.	Wächst nicht bei 18°,	† in 10 Tgn.	
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.			Coagulirt.	Wächst nicht bei 18°.	† in 15 Tgn.	† in 25 bis 30 Tagen.

Laufende Nummer	Nummer des Falls	Fundort	Virulenz	Beschaffenheit der Milz (ev. Peritonitis)	Form in		
					Bouillon und Agar	Serum	Agar
15.	VIII.	Sputum v. Gesunden.	Abscess beim Kaninchen.				
	a)	Platte vom Abscess.			Diplococcus.		
16.	IX.	Sputum v. Gesunden.	Abscess beim Kaninchen.				
	a)	Platte vom Blut des Kaninchen.	Intraperitoneal: Septicämie. Subcutan: Abscess.		Rund. Diploc. 100. Gen. lange Ketten.		Mässig.
17.	X.	Sputum v. Gesunden.	Eitrige Peritonitis beim Kaninchen.				
	a)	Platte vom Kaninchenblut.	Pyogen.		Kurze Ketten.		Mässig.
18.	XI.	Nasensecret (Katarrh).	Septicämie.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Sehr virulent.	Gross, hart (Fibrin).	Diplococcus lanceolatus capsulatus.		Mässig.
					75. Generation längere Ketten.		„
					Nach Wiedererlangung der Virulenz: Diplococcus wie oben.		
19.	XI bis	Dasselbe katarrhalische Secret nach 3 Wochen.	Septicämie.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Sehr virulent.	Gross, hart (Fibrin).	Diploc. lanceolatus capsulatus.		Mässig.
20.	XII.	Sputum v. acuter Bronchitis.	Abscess bei Kaninchen.				
	a)	Platte vom Sputum.	Pyogen.		Längere Ketten.		Mässig.
21.	XIII.	Sputum bei Masern.	Abscess bei Kaninchen.				
	a)	Platte vom Abscess.	Pyogen.		Kurze Ketten.		Mässig.

Wachsthum in						Lebensdauer in	
alk. Bouillon	saurer Bouillon (nicht neutralisirt)	coagul. Kalbsserum	Ascitesflüssigkeit	Milch	Gelatine	Agar	Gelatine
Gleichmässige Trübung.							
Gleichmässige Trübung. Ebenso.	Wächst auch in der 100 Gen.			Coagulirt schnell, in der 100. Gen. langsam.	Wächst wenig bei 18°, wächst nicht von der 100. Gen. bei 18°.	† in 8 bis 15 Tagen. 100. Gen. † in 20—30 Tagen.	
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.			Coagulirt.	Wächst nicht bei 18°.	† nach dem 24. Tage.	† nach dem 30. Tage.
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt. 75. Gen. coagulirt.	Wächst nicht bei 18°, auch später nicht.	† in 9 Tgn.	† in 20 bis 25 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt.	Wächst nicht bei 18°.		
				Coagulirt.	Wächst nicht bei 18°.		
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt.	Wächst spärlich bei 18°.		

Laufende Nummer	Nummer des Falls	Fundort	Virulenz	Beschaffenheit der Milz (ev. Peritonitis)	Form in		
					Bouillon und Agar	Serum	Agar
22.	XIV.	Sputum eines Phthisikers.					
	a)	Von der Platte des Sputums.	Nicht virulent.		Zuerst grosse Ketten, nach 4 Monaten (2 Generat.) kleine Ketten. 100. Gen. in Agar von da ab: kleine Ketten, ovale Kokken. Von da in Gelatine: kurze Ketten.	45. Gen. Diploc. und kurze Ketten. Sehr kleine Kapsel.	Mässig.
23.	XV.	Graues pneumon. Sputum.					
	a)	Platte vom Sputum.	Pyogen.		Grosse Ketten auch in der 100. Generat.		Reichlich 110. Gen reichlich
24.	b)	Platte vom Sputum.			Grosse Ketten, rund. Coccus. 100. Generat. rund. Coccus.		Reichlich
25.	XVI.	Lytische Pneumonie.					
	a)	Platte vom Sputum.			Mittl. Ketten, runde Kokken.		Reichlich
26.	b)	Platte vom Sputnm.			Kurze Ketten, Diplokokken. Von Gelatine: grosse Ketten, runder Coccus.		Mässig.
27.	c)	Platte vom Sputum.	Pyogen.		Kurze Ketten.		Mässig.
28.	XVII.	Pneumonie nach d. Krisis.	Abscess u. eitr. Peritonitis.				
	a)	Platte vom periton. Exsudat.	Pyogen, unschuldig im Peritoneum.		Mittl. Ketten. runder Coccus. 100. Gen. läng Ketten. Von Gelat. Diploc.		Reichlich

Wachsthum in						Lebensdauer in	
alk. Bouillon	saurer Bouillon (nicht neutralisirt)	coagul. Kalbsserum	Ascitesflüssigkeit	Milch	Gelatine	Agar	Gelatine
Gleichmässige Trübung. Zeitweise in spärlichen Flocken wachsend, dann wieder gleichmässige Trübung.	Wächst nicht. 100. Gen. wächst, ebenso von Gelatine.	Mässig gewachsen.	Mässig.	Coagulirt zuerst, dann nicht, von der 100. Gen. coagulirt, von Gelatine coagulirt, vom Agarstich nicht coagulirt.	Wächst nicht bei 18°, auch nicht von d. 100. Gen., später spärlich vom Agarstich.	Lebt mehr als 2 Monate.	
Flockenbildend.	Wächst.			Coagulirt.	Wächst mässig bei 18°. Verflüssigt in geringem Maasse die Gel. bei 24°.	† in 20 bis 30 Tagen. † jenseits 30 Tagen.	† jenseits 30 Tagen.
Fetzen- und flockenbildend 110. Generat. starke Trübg.	Wächst.			Coagulirt schnell, 110. Gen. langsam.	Wächst nicht b. 18°, Wächst spärlich bei 18°.	† in 10 Tagen. † nach 20 Tagen.	† jenseits 30 Tagen.
Flockenbildend.	Wächst.			Coagulirt.	Wächst spärlich bei 18°.	† jenseits 15 Tagen.	
Gleichmässige Trübung. Von Gelatine flockig.	Wächst immer.			Coagulirt immer.	Wächst spärlich bei 18°. Pigmentbildend bei 24°.		† jenseits 30 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst einmal, später nicht.			Coagulirt, von Gelatine nicht, vom Agarstich coagulirt.	Wächst nicht bei 18°.	† in 10 Tagen.	
Gleichmässige Trübung.	Wächst immer.			Coagulirt immer.	Wächst spärlich bei 18°.	† jenseits 20 Tagen.	

Laufende Nummer	Nummer des Falls	Fundort	Virulenz	Beschaffenheit der Milz (ev. Peritonitis)	Form in		
					Bouillon und Agar	Serum	Agar
29.	XVIII.	Graues pneum. Sput.	Septicämie.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Mässig virulent. 100. Gen. pyogen.	Bald gross, hart (Fibrin), bald weich, klein (Pigment), auch gemischt.	Diplococc. lanceol. 100. Generat. lange Ketten.	70. Gen. häufig Ketten.	Mässig.
30.	b)	Platte vom Sputum.	Pyogen.		Kurze Ketten. Lanzettform und Kapsel.		Mässig.
31.	c)	Platte vom Sputum.	Pyogen.		Kurze Ketten ohne Kapsel.		Mässig.
32.	XIX.	Lytische Pneumonie.	Septicämie.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Mässig virulent. 8. Gen. pyogen.	Weiche Milz (Pigment).	Diploc. lanceol. capsulat. 100. Generat. mittl. Ketten.	70. Gen. Dipl. capsulatus.	Mässig.
33.	XX.	Wanderpneumonie.	Abscess beim Kaninchen.				
	a)	Platte vom Sputum.	Pyogen.		Diploc. und kurze Ketten, ohne Kapsel. Gelat.: lange Ketten.		Mässig.
34.	b)	Platte vom Sputum.	Pyogen.		Lange Ketten, runder grosser Coccus.		Mässig.
35.	c)	Platte vom Sputum.	Geringe Virulenz. Aber Septicämie in grossen Dosen. Noch später von Gelatin pyogen.	Bald weiche Milz (Pigment), bald harte (Pitrin).	Diploc. und kurze Ketten. 100. Gen.: mittl. Ketten. Gelat.: mittl. Ketten.		Mässig.
36.	XXI.	Rostfarbenes pneum. Sput.	Septicämie.				
	a)	Blut v. Kaninchen.	Erheblich virulent. 50. Generation Septicämie.	Meist harte Milz. Aber auch kleine weiche. (Meist Fibrin, aber auch Pigm.)	Diploc. lanceol. 90. Gen. lange Ketten.	55. Gen. lange Ketten.	Mässig.

Wachsthum in						Lebensdauer in	
alk. Bouillon	saurer Bouillon (nicht neutralisirt)	coagul. Kalbsserum	Ascitesflüssigkeit	Milch	Gelatine	Agar	Gelatine
Gleichmässige Trübung.	Wächst in der Regel nicht, einmal vom Thier gewachsen. Später auch inconstant.	70. Gen. gut gewachsen.	70. Gen. spärlich.	Coagulirt. 100. Gen. nicht coagulirt, auch nicht von Gelatine.	Wächst nicht bei 18°.	† in 8 Tagen. 100. Gen. † in 20 bis 25 Tagen.	† in 20 bis 25 Tagen.
Fadenziehendes Präcipität.	Wächst.			Coagulirt nicht.	Wächst spärlich bei 18°.	† in 15 Tagen.	† jenseits 20 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt.	Wächst nicht bei 18°.	† in 15 Tagen.	
Gleichmässige Trübung.	Wächst; später nicht mehr.	70. Gen. spärlich gewachsen.	70. Gen. reichlich gewachsen.	Coagulirt, 100. Gen. nicht, Gelat. nicht.	Nicht bei 18°. 100. Gen. spärlich bei 18°.	† in 8 Tagen. † jenseits 20 Tagen.	† in 20 bis 25 Tagen.
Gleichmässige Trübung. Ebenso.	Wächst.			Coagulirt nicht.	Nicht bei 18°. Von Gel.: wächst spärlich bei 18°.	† jenseits 15 Tagen.	† jenseits 30 Tagen.
Fetzen- und flockenbildend. Von Gelatine flockig.	Wächst.			Coagulirt.	Nicht bei 18°.	† in 24 Tagen.	† jenseits 30 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst; später inconstant.			Coagulirt. 100. Gen. nicht coagulirt. Sonst inconstant.	Nicht bei 18°. 100. Gen. auch nicht. Von Gelat. spärlich bei 18°.	† in 24 Tagen. 100. Gen. † in 10 Tagen.	† jenseits 30 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht; später inconstant.	55. Gen. kaum gewachsen.	55. Gen. reichlich.	Coagulirt. 100. Gen. nicht coagulirt. Agarstich coagulirt.	Nicht bei 18°. Auch niemals später.	† in 8 Tagen. 100. Gen. † nach 10 Tagen.	† in 15 bis 20 Tagen.

Laufende Nummer	Nummer des Falls	Fundort	Virulenz	Beschaffenheit der Milz (ev. Peritonitis)	Form in		
					Bouillon und Agar	Serum	Agar
37.	XXI bis	Dasselbe Sputum 3 Tage nachher, vor der Krisis.	Septicämie. Erheblich virulent. Von d. 88. Gen.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Rückkehr zur alten Virulenz.	Wie vorige.	Wie vorige.		Wie vorige
38.	b)	Platte vom Sput. XXI bis	Nicht virulent.		Diplokokken.		Mässig.
39.	c)	Platte vom Sput. XXI bis	Nicht virulent.		Grosse Ketten.		Mässig.
40.	XXII.	Atypische Pneumonie.	Abscess.				
41.	XXII bis	Dieselbe nach 3 Tagen.	Pyogen, später in grossen				
	a)	Patient moribond.	Dosen auch Septicämie erzeugend.	Klein, weich (Pigment).	Diploc. lanceol. Später lange Ketten.	55. Gen. Ketten u. Haufen. Kleine Kapsel.	Reichlich
42.	XXIII.	Sputum vom 4. Tage der Pneumonie.	Septicämie.				
	a)	Platte vom Blut.	Geringe Virulenz.	Weich, klein (Pigment).	Diploc. lanceol. capsul. 93. Gen. lange Ketten.		Mässig.
43.	XXIII bis	Dasselbe Sputum 3 Tage b. 15° conserv.	Abscess.				
	a)	Platte vom Abscess.	Pyogen.		Diploc. und kurze Ketten nicht mit Kapsel.		Mässig.
44.	XXIV.	Sputum vom 5. Tage der Pneumonie.	Septicämie.				
	a)	Blut d. Kanin.	Mässig virulent.	Meist gross, hart (Fibrin und Pigment).	Diploc. lanceol. capsul. 80. Gen. längere Ketten.		Reichlich
45.	XXIV bis	Sputum von derselben Pneumonie 4 Tage später.	Septicämie.				
	a)	Blut des Kaninchens.	Mässig virulent.	Hart oder weich (Fibrin und Pigment).	Diploc. lanceol. capsul. 80. Gen. längere Ketten.	Diploc. capsul.	Reichlich

Wachsthum in						Lebensdauer in	
alk. Bouillon	saurer Bouillon (nicht neutralisirt)	coagul. Kalbsserum	Ascitesflüssigkeit	Milch	Gelatine	Agar	Gelatine
Wie vorige.				Coagulirt, auch noch in der 88. Gen.	Wie vorige.	Wie vorige.	Wie vorige.
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt.	Wie vorige.	† in 18 Tagen.	† jenseits 30 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.			Coagulirt.	Wie vorige.	† in 18 Tagen.	† jenseits 30 Tagen.
Gleichmässige Trübung. Von 90. Gen. und Gelatine flockig.	Wächst stets.	55. Gen. reichlich gewachsen.	55. Gen. reichlich gewachsen.	Coagulirt. 90. Gen. nicht coagulirt. Gelatine und Agarstich inconstant.	Wächst üppig mit oberfl. Ausbreitung bei 18°. Vom getrockneten Blut nach 3 Monaten mässig gewachsen.	† in 20 bis 30 Tagen.	† jenseits 3 Monaten.
Gleichmässige Trübung. Ebenso.	Schlechtes Wachsth. Besseres Wachsth.			Coagulirt.	Wächst nicht bei 18.°. Ebenso.	† in 10 Tagen. † in 20 bis 30 Tagen.	† in 25 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt.	Wächst bei 18° spärlich.		
Gleichmässige Trübung. 80. Gen.: gleichmässige Trübung. Gelatine: flockig.	Wächst inconstant.			Coagulirt nicht von der 80. Gen., sonst inconstant.	Wächst mässig bei 18°. 80. Gen. ebenso.	80. Gen. † in 8 Tagen.	† jenseits 30 Tagen.
Gleichmässige Trübung. Ebenso.	Wächst inconstant.	42. Gen. spärlich. Wachsthum.	42. Gen. spärlich. Wachsthum.	Coagulirt, nicht in der 80. Gen.	Wächst nicht bei 18°, auch später nicht.	† in 15 Tagen. † in 30 Tagen.	† in 20 bis 25 Tagen.

Laufende Nummer	Nummer des Falls	Fundort	Virulenz	Beschaffenheit der Milz (ev. Peritonitis)	Form in		
					Bouillon und Agar	Serum	Agar
46.	XXIV ter	Sputum XXIV 4 Tage bei 15° conservirt.	Abscess beim Kaninchen.		Diplococ.		
47.	XXIV quater	Sputum von derselben Pneumonie nach 10 Tagen.	Abscess †.				
	a)	Blut des Kaninchens (Platte).	Geringe Virulenz (nur vom Periton. aus).	Harte Milz (Fibrin).	Diplococ. lanceol. 70. Gen. längere Ketten.	40. Gen. gross. Dipl. mit Degenerations-Formen. Kleine Kapsel.	Reichlich. Ebenso in den 80. Gen Mässig.
48.	XXV.	Rostfarb. Sput. (9. Tag) d. Pneumonie.	Septicämie.		Meist auch sonst lange Ketten.		
	a)	Blut des Kaninchens.	Ziemlich virulent.	Meist hart, gross (Fibrin, etwas Pigment).	Diploc. lanceolat.		Mässig.
49.	XXVI.	Sputum vom 7. Tage der Pneumonie.	Septicämie.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Ziemlich virulent.	Hart oder weich (Fibrin u. Pigment).	Diploc. lanceol. capsulat. 80. Gen. längere Ketten.		„
50.	XXVII.	Rostfarbenes Sputum vom 4. Tage der Pneumonie.	Septicämie.				
	a)	Blut des Kaninchens.	Virulent.	Meist hart (Fibrin, auch Pigment).	Diploc. lanceol. capsulat. 80. Gen. längere Ketten.		„
51.	XXVIII.	Weisses Sput. vom 9. Tage d. Pneumonie.	Septicämie.				
	a)	Blut des Kaninchens.	Virulent.	Hart oder weich (Fibrin u. Pigment).	Diploc. lanceol. capsulat. 80. Gen. längere Ketten.		„
52.	XXIX.	Weisses Sput. vom 4. Tage d. Pneumonie.	Septicämie.				
	a)	Blut des Kaninchens.	Virulent.	Hart (Fibrin).	Diploc. lanceol. capsulat.		Mässig.
53.	XXX.	Rostfarbenes Sputum 2 Tage nach Krise.	Septicämie.				
	a)	Blut des Kaninchens.	Virulent.	Hart (Fibrin).	Diploc. lanceol. capsulat.		Mässig.
54.	XXXI.	Rostfarbenes Sputum.	Septicämie.				
	a)	Blut des Kaninchens.	Wenig virulent.	Weich (Pigment).	Diploc. lanceolat.		Mässig.

Wachsthum in						Lebensdauer in	
alk. Bouillon	saurer Bouillon (nicht neutralisirt)	coagul. Kalbsserum	Ascitesflüssigkeit	Milch	Gelatine	Agar	Gelatine
Gleichmässige Trübung. 80. Gen. gleichmässige Trübung. Gelatine: flockig.	Wächst stets.	40. Gen. mässig gewachsen.	40. Gen. mässig gewachsen.	Coagulirt schnell. 80. Gen. langsam.	Reichlich bei 18°, nicht von Agar 80. Gen, mässig vom trocknen Blut.	70. Gen. † in 8 Tagen	† jenseits 2 Monaten.
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.			Coagulirt.	Nicht bei 18°.	† in 7 Tagen.	† in 20 Tagen.
Gleichmässige Trübung. Ebenso.	Wächst nicht. 80. Gen. wächst.			Coagulirt immer.	Nicht bei 18°. Ebenso.	† in 8 Tagen. † in 20 bis 30 Tagen.	† in 20 Tagen.
Gleichmässige Trübung. Ebenso.	Wächst spärlich oder gar nicht.			Coagulirt immer.	Nicht bei 18°. Ebenso.	† in 8 Tagen. † in 8 bis 10 Tagen.	† in 30 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.			Coagulirt immer.	Nicht bei 18°, auch spät. nicht.	† in 9 Tagen.	† in 25 bis 30 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt immer.	Nicht bei 18°.	80. Gen. † in 20 bis 30 Tagen. † in 9 Tagen.	† in 25 bis 30 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.			Coagulirt nicht.	Nicht bei 18°.	† in 7 Tagen.	† in 30 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst immer.			Coagulirt.	Nicht bei 18°.		

Laufende Nummer	Nummer des Falls	Fundort	Virulenz	Beschaffenheit der Milz (ev. Peritonitis)	Form in		
					Bouillon und Agar	Serum	Agar
55.	XXXII.	Rostfarbenes Sputum vom 4. Tage.	Septicämie.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Sehr virulent.	Hart, gross (Fibrin).	Diploc. lanceol. capsulat.		Mässig.
56.	XXXII bis	Dasselbe Sput. 2 Tage getrocknet.	Septicämie.				
	a)	Blut des Kaninchens.	Sehr virulent.	Hart, gross (Fibrin).	Diploc. lanceol. capsulat.	21. Gen. Diploc. lanceol. caps.	Mässig.
57.	XXXIII	Rostfarbenes Sputum vom 2. Tage.	Septicämie.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Sehr virulent.	Hart, gross (Fibrin).	Diploc. lanceol. capsulat.	20. Gen. Diploc. lanceol. caps.	Mässig.
58.	XXXIII bis	Rostfarbenes Sputum 2 Tage später.	Septicämie.			Degenerat.-Formen.	
	a)	Blut des Kaninchens.	Sehr virulent.	Hart, gross (Fibrin). Häufig Peritonitis.	Diploc. lanceol. capsulat. und längere Ketten.	20. Gen. Diploc. lanceol. caps.	Mässig.
59.	b)	Platte vom Sputum XXXIII bis.	Nicht virulent.		Von Agar u. Gelat. grosse Ketten.		Reichlich.
60.	c)	Platte vom Sputum XXXIII bis	Nicht virulent.		Grosse Ketten. Diploc. und kurze Ketten.		Mässig.
	XXXIII ter	Sput. XXXIII 24 Stunden bei 37°.	Abscess.		Diploc.		
61.	XXXIV.	Rostfarb. Sput. von 2 Tagen.	Septicämie.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Sehr virulent.	Hart, gross (Fibrin). In Peritoneum injic. weich, klein (Fibrin).	Dipl. lanceol. Später lange Ketten.		Mässig.
62.	XXXIV bis	Rostfarb. Sput 2 Tage später.	Septicämie.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Sehr virulent.	Wie obige.	Dipl. lanceol.		Mässig.
63.	XXXIV ter	Sput. XXXIV 3 Tage bei 15° conservirt.	Septicämie.			18. Gen. grosse Ketten.	
	a)	Blut v. Kanin.	Sehr virulent.	Milz hart.	Diploc. lanceol. capsulat.		Mässig.

Wachsthum in						Lebensdauer in	
alk. Bouillon	saurer Bouillon (nicht neutralisirt)	coagul. Kalbsserum	Ascitesflüssigkeit	Milch	Gelatine	Agar	Gelatine
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.			Coagulirt.	Wächst bei 18° mässig.		
Gleichmässige Trübung.	Wächst.		Reichlich in d. 21. Gen.	Coagulirt.	Wächst bei 18° mässig.		
Gleichmässige Trübung.	Wächst spärlich.		Reichlich in d. 20. Gen.	Coagulirt.	Wächst bei 18° mässig.		
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.	Reichlich in d. 20. Gen.	Reichlich.	Coagulirt, nicht mehr in der 2. Gener.	Wächst bei 18° mässig.	† in 8 Tagen.	† jenseits 30 Tagen.
Gelatine und Agarstich: flockig.	Gelatine u. Agarstich: wächst.						
Flockig.	Wächst.			Nicht coagulirt.	Wächst sehr spärlich.		
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt.	Wächst nicht.		
Gleichmässige Trübung.	Wächst immer.			Coagulirt.	Wächst mässig bei 18°.		
Wie oben.	Wie obige.			Wie oben.	Wie oben.		
Wie oben.			Reichlich.				

Laufende Nummer	Nummer des Falls	Fundort	Virulenz	Beschaffenheit der Milz (ev. Peritonitis)	Form in		
					Bouillon und Agar	Serum	Agar
64.	XXXV.	Atypische Pneumonie.	Abscess †.				
	a)	Platte vom Abscess.	Pyogen.		Diploc. und kurze Ketten.		Mässig.
65.	XXXVI.	Rostfarb. Sput.	Septicämie.				
	a)	Blut des Kaninchens.	Virulent.	Milz hart.	Diploc. und kurze Ketten.		Mässig.
66.	XXXVII.	Rostfarbenes Sputum.	Septicämie.				
	a)	Blut des Kaninchens.	Sehr virulent.	Milz hart.	Diploc. und kurze Ketten.		Mässig.
67.	XXXVIII.	Rostfarbenes Sputum vom 1. Tag †.	Septicämie.				
	a)	Blut vom Kaninchen.	Virulent.		Diploc. lanceol. capsul.		Mässig.
68.	XXXIX.	Rostfarbenes Sputum (recidive Pneumonie).	Septicämie.				
	a)	Blut des Kaninchens.	Sehr virulent.	Mässig gross, hart (Fibrin), manchmal weich (Fibrin).	Diploc. lanceol. capsulat. Gelatine und 30. Gen. Ag.: bacilläre Formen u. Ketten.	Diploc. lanceol. capsul. in d. 1. Gen.	Mässig. 30. Gen. reichlich.
	XL.	Pneumonie v. 5. Tag. †. Rothe u. gelbe Hepatisation. Pericarditis.	Das mit dem Exsudat geimpfte Kaninchen stirbt an einer gemischten Septicämie (Bacillus).	Milz weich.			
69.	a)	Platte vom Exsudat der rothen Hepatisation.	Pyogen.		Dipl. lanceol.		Mässig.
70.	b)	Platte vom Exsudat der gelben Hepatisation.	Nicht virulent.		Dipl. lanceol. und Ketten.		Mässig.
71.	c)	Platte vom Exsudat der gelben Hepatisation.			Mittl. Ketten.		Mässig.

Wachsthum in						Lebensdauer in	
alk. Bouillon	saurer Bouillon (nicht neutralisirt)	coagul. Kalbsserum	Ascitesflüssigkeit	Milch	Gelatine	Agar	Gelatine
Gleichmässige Trübung.	Nicht gewachsen.			Nicht coagulirt.	Nicht bei 18°.	† in 15 Tagen.	
Gleichmässige Trübung.	Nicht gewachsen.			Coagulirt.	Nicht bei 18°.		
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.			Coagulirt.	Nicht bei 18°.	† in 8 Tagen.	
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.			Coagulirt.	Nicht bei 18°, von Gelat. ja!		
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht		Reichlich.	Coagulirt, auch in Milch bis zur 15. Gen. Von Gelatine nicht coagul.	Nicht bei 18°. Von 30. Gen. u. Gelat. üppig gewachsen.	† in 8 Tagen.	† jenseits 30 Tagen.
Starke Trübung.	Wächst.			Coagulirt.	Nicht bei 18°. Spärlich von Gelat. bei 18°.		
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt langsam.	Spärlich bei 18°.		
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt schnell.	Spärlich bei 18°.		

Laufende Nummer	Nummer des Falls	Fundort	Virulenz	Beschaffenheit der Milz (ev. Peritonitis)	Form in		
					Bouillon und Agar	Serum	Agar
72.	XLI.	Pneumonie v. 5. Tag †. Beide Lappen zum grössten Theil im Zustand der gelben Hepatisation. An der Spitze rothe Hepat.	Septicämie (durch das Exsudat).				
	a)	Blut vom Kaninchen.		Milz einmal weich, das andere Mal hart.	Dipl. lanceol.		Mässig.
73.	b)	Platte vom Exsudat der rothen Hepatisation.	0 (für Kaninchen).		Dipl. lanceol.		Mässig.
74.	c)	Platte vom Exsudat der rothen Hepatiration.	Pyogen für Kaninchen. Septicämie bei Mäusen.		Dipl. lanceol.		Mässig.
75.	d)	Platte von der rothen Hepatisation.	0 (für Mäuse).		Dipl. lanceol.		Mässig.
76.	e)	Platte von der rothen Hepatisation.	Septicämie bei Kaninchen u. Mäusen.	Milz weich, klein.	Dipl. lanceol.		Mässig.
77.	f)	Platte von der rothen Hepatisation.			Dipl. lanceol.		
78.	g)	Platte vom Exsudat der gelben Hepatisation.	0 (für Kaninchen).		Dipl. lanceol.		Mässig.
79.	h)	Platte von der gelben Hepatisation.	Pyogen. Für Mäuse wenig virulent.		Dipl. lanceol.		Mässig.
80.	XLII.	Empyem von 6 Monaten.	Septicämie (Meerschw.)			84. Gen. Ketten mit Kapsel, Degenerat.-Formen.	Mässig. Ebenso in der 130. Gen.
	a)	Blut vom Meerschw.	Virul. In 50. Gen. pyogen.		Diploc. lanceol. capsul. 130. Gen. längere Ketten.		

Wachsthum in						Lebensdauer in	
alk. Bouillon	saurer Bouillon (nicht neutralisirt)	coagul. Kalbsserum	Ascitesflüssigkeit	Milch	Gelatine	Agar	Gelatine
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.			Coagulirt, auch von Gelatine.	Nicht bei 18°.		
Gleichmässige Trübung.	Inconstant.			Coagulirt inconstant.	Nicht bei 18°, wohl von Gelat.		
Gleichmässige Trübung.	Inconstant.			Inconstant.	Spärlich bei 18°.		
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.			Inconstant.	Nicht bei 18°, auch nicht von Gelatine.		
Gleichmässige Trübung.	Inconstant.			Coagulirt.	Inconstant.		
Gleichmässige Trübung.	Inconstant.			Coagulirt.	Inconstant.		
Gleichmässige Trübung.				Nicht coagulirt.	Nicht bei 18°.		
Gleichmässige Trübung. Ebenso.	Wächst nie.	84. Gen. reichlich.	84. Gen. reichlich.	Coagulirt bis zur 40. Gen. in Milch. 130. Gen. nicht coagulirt.	Niemals bei 18°, spärlich bei 24°.	† in 6 Tagen. 130. Gen. † in 20—30 Tagen.	† in 20 bis 25 Tagen.

Laufende Nummer	Nummer des Falls	Fundort	Virulenz	Beschaffenheit der Milz (ev. Peritonitis)	Form in		
					Bouillon und Agar	Serum	Agar
81.	XLIII.	Platte vom Exsudat bei seröser Pleuritis (2 Mon.).	Unschuldig.		Dipl. u. kurze Ketten, runder Coccus, ohne Kapsel.		Sehr spärlich, später mässig.
82.	XLIV.	Pleur. Exsudat (1 Jahr conservirt).	Septicämie.				
	a)	Blut des Kaninchens.	Virulent.	Gross, hart.	Diploc. lanceol. capsul.		Mässig.
83.	XLV.	Empyem bei katarrh. Pneumonie.	Septicämie.				
	a)		Virulent.	Gross, hart.	Diploc. lanceol. capsul.		Mässig.
84.	XLVI.	Urin von Nephritis (Platte).	Erst unschuldig, nach mehreren Passagen durch Thiere sehr virulent.		Dipl. lanceol.		Mässig.

Organismus, sei es nun in den erkrankten Theilen der menschlichen Lunge, im Sputum der Kranken und Gesunden, oder im inficirten Thier, erscheinen unsere Bacterien wesentlich in derselben Gestalt, als in den ersten Culturgenerationen auf den künstlichen Nährböden. Namentlich im Sputum findet man vollständig dieselben Formen wieder. Wenn im Allgemeinen die Ketten in Präparaten aus Bouillon grösser erscheinen, als in denen aus Agar und Gelatine, so liegt das wohl wesentlich an den mechanischen Störungen des Zusammenhangs bei der Anfertigung des Präparats, die natürlich im letzteren Fall grösser sein müssen, um eine gleichmässige Vertheilung des Materials zu erzielen. Abweichungen von dieser Formengleichheit ergeben sich bei Uebertragung auf Nährböden, die das Wachsthum ungünstig beeinflussen. So werden z. B. die Ketten länger, wenn die Alkalescenz des Nährbodens sich dem Maximum, bei dem noch das Fortkommen möglich ist, nähert. Zu gleicher Zeit treten dann grosse, kuglige Formen, die an Hefepilze erinnern, auf. Namentlich im Serum vom Rinde oder in jenem vom Menschen haben wir diese Involutionsformen bei den Varietäten, die nur spärlich darin wuchsen, oft gefunden. Die Diplokokken sind hier in zooglöaartigen Massen vereinigt, haben nicht die typische Lanzettform, sondern oft die Semmelgestalt und andere kuglige Formen von variabler Grösse. Dass genau dasselbe Wachsthum auf Agar statthaben kann, wissen wir aus unseren Untersuchungen des Influenzasputums. Es muss also

Wachsthum in						Lebensdauer in	
alk. Bouillon	saurer Bouillon (nicht neutralisirt)	coagul. Kalbsserum	Ascitesflüssigkeit	Milch	Gelatine	Agar	Gelatine
Gleichmässige Trübung.	Wächst.			Coagulirt nie.	Spärlich bei 18°.	† in 8 Tagen.	† in 30 Tagen.
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.			Coagulirt.	Nicht bei 18°.		
Gleichmässige Trübung.	Wächst nicht.			Coagulirt.	Nicht bei 18°.		
Erst flockig, dann gleichm. Trübung.	Wächst nicht.			Coagulirt.	Nicht bei 18°.		

wohl Varietäten geben, die auch auf dem bestpräparirten Agar in diesen offenbaren Involutionsformen wachsen. Im Sputum selbst sind dieselben übrigens auch nicht selten.

Experimentell ist es nicht schwer, Variationen der ursprünglichen morphologischen Verhältnisse zu erzielen. Durch längere Zeit fortgesetzte Cultur auf künstlichen Nährböden verlieren die Varietäten, die vorwiegend als Diplokokken auftraten, diesen Charakter und stellen sich als wahre Streptokokken dar. Die Veränderung geht allerdings schneller oder langsamer vor sich. Wie die Anordnung, so wechselt auch die Form. Im Allgemeinen dürfte früher oder später die Lanzettform der Kugelgestalt Platz machen. Nr. 1 freilich wuchs noch in der 100. Generation in einer wenig von der ursprünglichen abweichenden Weise. Andere lassen den Einfluss der Züchtung schon nach wenigen Uebertragungen erkennen, auf Gelatine bedarf es oft gar nicht der Uebertragung, sondern die Modification ist schon eingetreten, wenn die Cultur nach einigen Wochen untersucht wird. Eine ganz besondere Stellung nimmt, wie wir oben gesehen, Nr. 68 ein, indem wir die bacillären Formen sonst niemals durch Züchtung erzielen konnten.

Inwieweit die künstlichen Variationen constant sind, darüber geben einige Experimente Aufschluss, die wir in der Absicht angestellt haben, die Virulenz der Culturen auf die ursprüngliche Höhe zu bringen.

Wie uns das durch Uebertragung derselben auf empfängliche Thiere gelang, darüber folgt später das Nähere. Hier interessirt uns das Resultat, dass mit der wiedererlangten Virulenz auch die alten morphologischen Eigenschaften wieder erscheinen, so namentlich bei Nr. 68. In allen Fällen gelingt es nicht, die verlorene Virulenz im Thierkörper wieder aufzufrischen, dann sind auch die experimentell erhaltenen Veränderungen der Form und Anordnung dauerhaft.

Von Beziehungen zwischen den besprochenen morphologischen Charakteren und den übrigen Eigenschaften unseres Mikroorganismus bestehen nur die folgenden. Die virulenten Varietäten resp. diejenigen, die beim Thiere in den gewöhnlichen Dosen Septicämie erzeugen, haben die Form des Diplococcus lanceolatus oder bilden kürzere Ketten. Eine Abart, die vorwiegend in längeren Ketten wächst, kann man schon ohne Thierexperiment als relativ unschädlich betrachten; damit ist nicht ausgeschlossen, dass sie auf irgend eine Weise wieder virulent werden kann. Diese Regel erlaubt aber keine Umkehrung, da es Varietäten giebt, die, obwohl sie morphologisch völlig mit den virulenten übereinstimmen, durchaus keine pathogenen Eigenschaften besitzen. Eine bestimmte Beziehung zwischen dem Grad der Kettenbildung und dem Wachsthum in Gelatine bei niederer Temperatur, sowie dem Wachsthum in Bouillon existirt nicht. Anlangend die Kapselbildung, so darf man wohl im Allgemeinen sagen, dass die Neigung zur Kettenbildung zunimmt, in dem Maasse, als die Kapselbildung nachlässt. Zwar haben wir auch längere Ketten mit Kapseln, sowohl in den organischen Säften, als in künstlichen Nährböden gesehen. Dieselben erscheinen dann gerade und starr, eine zierliche Verschlingung, wie wir sie bei längeren Ketten oft sehen, ist natürlich mit der Existenz einer deutlichen Kapsel unvereinbar. Die Kittsubstanz, deren stärkerer Ausbildung die Ketten ihren Zusammenhalt verdanken, scheint jedenfalls mit der vom Bacterienkörper secernirten schleimigen Hüllsubstanz nichts zu thun zu haben. So sehen wir auch unter den Varietäten des Streptococcus pyogenes solche mit mehr oder weniger ausgeprägter Kettenbildung. Die letzteren (Diplococcus pyogenes Pasquale [19]) erscheinen im Thierorganismus aber ohne jede Kapsel.

Kapselbildung und Färbbarkeit.

Diplococcus capsulatus ist eine andere Bezeichnung, die man unserem Mikroorganismus beigelegt hat nach einer freilich meist nur in den organischen Säften ausgeprägten Eigenschaft. Dieselbe zeigt mannigfache Modificationen je nach den verschiedenen Lebensbedingungen, in denen sich ein und dieselbe Varietät befindet und je nach dem Charakter

der einzelnen Spielarten. Einerseits wechselt die Kapselbildung von Ort zu Ort. Schon Weichselbaum hat darauf aufmerksam gemacht, dass in den Theilen der entzündeten Lunge, wo die Diplokokken sich in üppiger Vermehrung befinden, die Kapsel am deutlichsten ausgeprägt ist und sich am leichtesten färbt. Wir finden, dass unter der Haut an der Stelle der Infection, wo die Diplokokken meist dicht gedrängter liegen, die Kapseln weniger leicht nachweisbar sind als im Blut, das den Bacterien einen grösseren Spielraum und reichlichere Nahrung gewährt. Der Unterschied zwischen verschiedenen Varietäten des Diplococcus ist auffallend genug. Einige zeigen eine deutliche Kapsel nicht nur im Thier, sondern ebenso in Agar und Bouillon und conserviren dieselbe auch in den späteren Generationen. Bei anderen Spielarten gelingt zwar der Nachweis der Hüllen durch die Färbung mit den gewöhnlichen Anilinfarben, wobei sie als farblose Höfe um die Bacterien erscheinen, in keiner Weise aber die Färbung der Kapseln selbst, auch bei Anwendung der stärksten Anilinfarben, ob man, wie gewöhnlich, mit Alkohol entfärbt oder nicht. Im Allgemeinen ist die Färbung der Kapsel des Diplococcus nach unserer Erfahrung schwerer zu erhalten als die des Friedländer'schen Bacillus, manchmal genügen dagegen schon die schwachen Farben, wie Methylenblau, dazu. Was die Entscheidung anlangt, ob eine Kapselbildung vorliegt oder nicht, so glauben wir entgegen Weichselbaum, dass auch ein heller Hof um die Bacterien im gefärbten Präparat entscheidend ist, nicht freilich im hängenden Tropfen. Mit Ausnahme einiger Varietäten ist in den gewöhnlichen Nährböden eine Kapsel nicht deutlich nachzuweisen, in Blutserum dagegen bilden die meisten eine solche, wie schon Ortmann (20) und Guarnieri (21) gefunden, in Milch desgleichen sehr häufig. Banti schreibt seiner zweiten Varietät ausser anderen bestimmten Charakteren auch in Culturen eine Hülle zu. Wir haben dieselbe auch bei solchen Spielarten gefunden, die entweder in allen übrigen Eigenschaften mit seiner ersten Varietät übereinstimmten oder aber in anderen Punkten von seiner zweiten abwichen. Es fehlt eben auch in diesem Punkte nicht an Uebergängen. Diejenigen natürlichen und durch Cultur erzeugten Varietäten, die für Thiere wenig oder gar nicht pathogen sind, haben im Allgemeinen in künstlichen Medien keine deutliche Kapsel, auch nicht in den Abscessen, die sie eventuell verursachen; andererseits blieb unsere Nr. 80 auch in der 100. Generation auf Agar-Agar im Besitze derselben, ohne doch die geringste Virulenz zu besitzen. Eine Spielart, die beim Kaninchen Septicämie verursachte, ohne eine mehr oder weniger ausgebildete Kapsel zu bilden, haben wir dagegen nicht angetroffen. Für den virulenten Diplococcus lanceolatus passt daher bis jetzt durchaus der Beiname capsulatus, für den abgeschwächten nicht.

Die Bacterien selbst färben sich, wie bekannt, leicht mit den gewöhnlichen Anilinfarben und fixiren die Farbe bei der Entfärbungsmethode nach Gram. In den Culturen wird auch die Färbbarkeit der abgestorbenen Individuen nicht sehr erheblich alterirt, anders in den lebenden Geweben. Einigermassen scheint hier das Fehlen der Tingibilität dem Tod der Diplokokken zu entsprechen. So findet man häufig in den älteren Theilen der pneumonischen Hepatisation und der thierischen Exsudate in gefärbten Trockenpräparaten wie in Plattenculturen nur wenige resp. gar keine Diplokokken. Auch ist es nicht schwer, den Process in Uebergängen zu verfolgen. Die Kapseln scheinen sich dabei verschieden zu verhalten, indem sie bald früher, bald später verschwinden als das Bacterium selbst. Manchmal sieht man in der ungefärbten Kapsel einen schwach gefärbten Coccus, oder in der gefärbten Kapsel eine helle Lücke, die dem Coccus entspricht, oder aber die Bacterien zeigen verschiedene Grade der Färbung, ohne dass eine Spur der Kapsel nachzuweisen wäre. In eiweissreichen Nährböden, wie Milch und Serum sind ähnliche Formen unter den absterbenden Diplokokken wohl auch zu sehen, aber nicht häufig genug, um die Funde im lebenden Organismus zu erklären. Wahrscheinlich kommen celluläre Einflüsse ins Spiel, thatsächlich finden sich die absterbenden Bacterien der Regel nach in Zellen vor.

Die Färbbarkeit in Schnitten scheint wesentlich geringer als die in Ausstrichpräparaten. Wenn mit der letzteren Methode noch zahlreiche Bacterien nachzuweisen sind, kann auch bei vielfältigster Variirung der Färbung und Entfärbung das Resultat der Untersuchung von Schnitten ein negatives sein. Zum Theil liegt der Grund in der Art, wie die Schnitte angefertigt werden. Bei Härtung der Organstücke in Alkohol erhält man gute Ergebnisse, wenn man direct mit dem Rasirmesser, schon weniger gute, wenn man nach Einbettung in Celloidin oder Paraffin mit dem Mikrotom Schnitte anfertigt, direct schlechte bei Anwendung der Gefriermethode nach Kühne.[1] Was die Färbung selbst anlangt, so ergiebt die Carbolmethylenblau-Methode nach Kühne die meisten Bacterien, die Weigert'sche Modification der Gram'schen Methode aber bei weitem die besten Bilder, weil das Verhältniss der Bacterien zu den Zellen allein hier ganz klar zum Ausdruck kommt. Freilich sind wir damit noch weit von dem wünschenswerthen Ziel entfernt, alle Bacterienindividuen gefärbt zu sehen. Die Diplokokken haben so gefärbt oft das Aussehen von Bacillen mit einer hellen Lücke im Centrum, wohl ein Hauptgrund für diejenigen Autoren, welche unseren Mikroorganismus zu den Bacillen stellen möchten.

[1] Von Dr. Mauren sichergestellt. K.

Von der Regel, dass die Diplokokken der Gram'schen Entfärbungsmethode Trotz bieten, haben wir unter allen Varietäten keine Ausnahme constatiren können, zweifeln daher, ob sich die von Kirchner (22) im Influenzasputum gefundenen Mikroorganismen, von gewissen Culturdifferenzen ganz abgesehen, hier einreihen lassen.

Anforderungen des Diplococcus pneumoniae an den Nährboden.

Die Schwierigkeit, den Pneumoniecoccus auf künstlichen Nährböden zu züchten, ist von allen Forschern betont worden. Dass eine wichtige Bedingung für das Wachsthum desselben die Herstellung eines gewissen Alkalescenzgrades ist, hatte A. Fränkel angegeben, Biondi wollte dagegen ein saures, Guarnieri ein absolut neutrales Culturmedium. Wir haben diese Frage einer genauen Prüfung unterworfen.

Als Grundsubstanz diente uns im allgemeinen in gewöhnlicher Weise zubereitete Fleischpeptonbouillon ($^1/_2$ Kilogr. Rind- oder Kalbfleisch, $^1/_2$% NaCl und 1% Fleischpepton auf 1 Liter Wasser), der wir ca. $1^1/_2$% Agar oder 15% Gelatine zusetzten. Zusätze von Zucker oder Glycerin haben wir versucht, sie verbessern einigermassen das Wachsthum; ausschlaggebend bleibt dagegen immer die Beschaffenheit des Fleisches selbst und die des Peptons, sowie die Reaction. Wir haben mehrere Sorten Pepton probirt und sehr merkliche Differenzen in ihrer Brauchbarkeit constatiren können; einige erwiesen sich stark entwickelungshemmend, schliesslich entschieden wir uns für ein Fleischpepton von Merck. Ob das Fleisch vom Rinde oder Kalbe genommen wird, scheint keinen Unterschied zu bedingen, selbstverständlich muss es das beste und frischeste sein. Leider genügt das aber nicht; es müssen wesentliche individuelle Differenzen des Fleisches bestehen, die wir bis jetzt nicht auf ihre näheren Gründe zurückführen können. Der Fleischsaft besitzt manchmal direkt bacterienfeindliche Eigenschaften. Mehrfach musste die frisch angefertigte Bouillon als untauglich bei Seite gestellt werden, weil sie bei keinem Alkalescenzgrade das Wachsthum des Diplokokken gestattete. Andere Male war das weniger ausgesprochen, doch bedurfte es oft grösserer Mengen von Impfmaterial, um die Cultur zur Entwickelung zu bringen. Im Ganzen trat die Wachsthumshemmung viel deutlicher in Bouillon als in Agar und Gelatine zu Tage; wir schieben das weniger auf chemische Differenzen als auf die feste Consistenz des Nährbodens, welche die Diffusion erschwert. Doch haben wir bei unseren Seriencultureu leicht constatiren können, dass — immer das Alkalescenzoptimum vorausgesetzt — die Colonieen, die sich entwickelten, in der Grösse und in der Zahl bedeutend variirten, wenn wir gleiche Quantitäten auf Agar von verschiedenem Ursprung übertrugen. Zum Theil erklären sich

aus diesen bacterienfeindlichen Einflüssen des Fleischsaftes die Angaben vieler Forscher, dass ihnen die Fortsetzung von Culturen trotz täglicher Erneuerung nur bis zu einer beschränkten Zahl von Generationen gelungen ist. Demgegenüber dürfen wir versichern, dass bei gutem Zustand des Nährbodens alle Varietäten, auch diejenigen, die anfangs nur äusserst spärlich sich entwickeln, beliebig lange fortgezüchtet werden können.

Eine Hauptbedingung ist es freilich, den richtigen Alkalescenzgrad zu treffen. Für die meisten Varietäten gilt der Satz A. Fränkel's, dass der Diplococcus alkalische Reaktion des Culturmediums verlangt und bei saurer oder neutraler Reaction nicht fortkommt. Das Optimum erhielten wir durchschnittlich, wenn wir der Fleischpeptonagarlösung auf je 5 ccm 24—32 Tropfen $^1/_{10}$ Normalalkalilösung (resp. die äquivalente Menge concentrirter Sodalösung) und der Fleischpeptonbouillon 16—24 Tropfen zu setzten. Die Grenzen, in denen ein Wachsthum noch möglich ist, liegen erheblich weiter auseinander, variiren indessen; sie sind um so enger gezogen, je schlechter der Nährboden und je geringer die Wachsthumsstärke des Diplococcus ist. Zur Veranschaulichung dient folgendes Experiment, in dem wir gleiche Quantitäten einer sehr virulenten Spielart in Agar von verschiedenem Alkalescenzgrad impften und sofort zu Platten ausgossen.

Agar u. Zusatz von	0	8	16	24	32	40	48	Tropfen $^1/_{10}$ Normalalk.
Zahl der Colonieen	0	270	10 200	∞	∞	13 500	1800	

Wie man sieht, sind bei dieser Varietät die Grenzen, in denen das Wachsthum noch stattfindet, schon sehr weit gezogen, es existiren aber viele Spielarten und zwar auch virulente, die bei neutraler und saurer Reaktion gedeihen können. Dass diese besser dabei fortkamen als bei alkalischer Reaction haben wir nicht beobachten können. Biondi behauptet das von seinem Bacillus salivarius septicus. Leider giebt dieser Forscher dafür aber keine objectiven Beweise, auch spricht er nicht davon, mit welchen Mitteln er die neutrale resp. saure Reaction festgestellt hat. Möglich wäre es bei der grossen Variabilität unseres Diplococcus, dass es derartige Spielarten gäbe; aber wir finden in den bacteriologischen Erfahrungen dafür keine Analogie, dass ein Mikroorganismus, der sich soweit den saprophytischen Bedingungen angepasst hätte, noch im Thierkörper ein so ausgezeichnetes Wachsthum entfalten sollte, wie das Biondi'sche Bacterium.

Für die einzelne Varietät bleibt unter den gleichen Verhältnissen die Empfindlichkeit gegen Differenzen des Alkalescenzgrades die gleiche. Wenn jedoch durch längere Züchtung in günstigem Nährboden die Intensität des Wachsthums zunimmt, so erweitern sich die Grenzen, welche man als Maass dieser Empfindlichkeit zu betrachten hat, im allgemeinen mehr oder weniger.

Es finden sich in unserer Tabelle mehrere Beispiele, bei denen angegeben wird, dass ursprünglich ein Wachsthum bei saurer Reaction nicht, später dagegen in der That eingetreten ist. Auf der anderen Seite existiren auch Fälle, in denen sich durch die Methode der Züchtung die Wachsthumskraft verringert. Das wurde besonders klar in einem Versuch nachgewiesen, bei dem wir dieselbe Varietät (Nr. 68) nebeneinander in zwei Culturen fortzüchteten, von denen eine täglich, die andere alle zwei Tage erneuert wurde. Die erste wuchs, als nach 30 Tagen die Probe mit Bouillon von verschiedener Reaction vorgenommen wurde, in etwas erweiterten, die zweite in erheblich verengerten Grenzen. Es fand bei letzterer nur ein deutliches Wachsthum in der Bouillon statt, deren Alkalescenzgrad genau demjenigen des zur Züchtung gebrauchten Agars entsprach.

Von der Ansicht ausgehend, dass durch längere Züchtung in Milch, die durch die Diplokokken gewöhnlich unter Säurebildung zur Gerinnung gebracht wird, vielleicht eine Anpassung an die Bedingungen in anderen sauren Nährböden erreicht werden könnte, haben wir eine Reihe von Varietäten, die nicht in sauerer resp. neutraler Bouillon wuchsen, in Milch 40 Generationen hindurch fortgezüchtet und nachher das Wachsthum von neuem geprüft, ohne eine Veränderung constatiren zu können. Eine andere Varietät haben wir 100 Generationen hindurch in saurem Agar resp. Bouillon cultivirt. Dass uns dies gelungen ist, beweist, dass der angewandte Säuregrad noch nicht der höchsterreichbare war, denn wenn wir den Versuch so anstellten, dass wir den Diplococcus in Bouillon züchteten, welche eben die geringste noch zulässige Alkalescenz besass, so ging die Cultur schon nach wenigen Generationen nicht mehr an. Dasselbe war der Fall an der oberen Grenze der Alkalinität. Vielleicht würde man bessere Ergebnisse haben können, wenn man allmählich den Alkaligehalt verringerte; die wenigen Versuche, die wir in dieser Richtung angestellt haben, hatten keinen Erfolg. Oben ist schon bemerkt worden, dass wir indirect bis zu einem gewissen Grade das gewünschte Resultat erzielten, dadurch dass wir die allgemeine Wachsthumsstärke des Mikroorganismus durch Cultur im günstigsten Nährboden erhöhten.

In der Tabelle ist unter saurer Bouillon die nicht neutralisirte Fleischbrühe verstanden, deren Säuregehalt durchschnittlich 5 Tropfen $^1/_{10}$ Normalsäure auf 5 ^{ccm} beträgt.

Das Wachsthum in Agar und Bouillon.

Die Art seines Wachsthums in Agar ist ein wichtiger Charakter unseres Mikroorganismus, der in allen seinen Varietäten relativ constant bleibt. In Platten muss man zwei Formen von Colonieen, die tiefliegen-

den und die oberflächlichen, wohl unterscheiden. Die ersteren sind wohl die kleinsten aller bisher bekannten Bacteriencolonieen — wir sprechen von dem Stadium der besten Entwickelung, das nach 24, selten 48 Stunden erreicht ist. Auch wenn die Colonieen wenig dicht stehen, sind sie meist mit dem blossen Auge bei auffallendem Licht kaum wahrzunehmen, im durchfallenden Licht erscheinen sie als kleinste Pünktchen, bei sehr dichter Lagerung sieht die Platte wie fein verschleiert aus. Unter dem Mikroskop sind sie wetzsteinförmig, oval oder linsenförmig, ihr Contour ist leicht unregelmässig, das Aussehen ist ausserordentlich kleinkörnig, nur selten gröber granulirt, im allgemeinen hell, gelblichgrau. Diese Colonieen sind ziemlich schwierig zu isoliren, aber dafür wird man sich selten in der Diagnose irren, wenn man sie einmal kennen gelernt hat. Gewisse Differenzen namentlich in der Grösse und Durchsichtigkeit bieten sich dar, je nach der Zusammensetzung, dem Wassergehalt des Agar und dem Charakter der Varietät, mit der man es zu thun hat. Die oberflächlichen Colonieen haben in der Regel einen centralen Kern und einen Hof. Der Kern ist von ähnlichem Aussehen, wie die tiefliegenden Colonieen, er kann sehr klein sein, ja ganz verschwinden. Der Hof ist immer grösser als die tiefen Colonieen, er kann ausnahmsweise bis zu einem Durchmesser von 2 mm wachsen. Seine Haupteigenschaft ist die Transparenz, welche so gross sein kann, dass die Colonie, namentlich bei fehlendem Kern, unter dem Mikroskop kaum an der Lichtbrechung der Contour zu erkennen ist. Die Form der Colonie im ganzen ist kreisförmig, die Peripherie meist völlig regelmässig, manchmal leicht ausgebuchtet, andere Male in der Richtung des Radius durchbrochen von zierlichen Ketten. Die Fläche ist entweder gleichmässig mehr oder weniger fein granulirt und überall von derselben Durchsichtigkeit oder aber die Körnung nimmt nach dem Centrum zu, während die Transparenz abnimmt. Manchmal sieht man concentrische Ringe oder nach der Mitte zu unregelmässige Falten. Im ganzen kann man sagen, dass nur die Colonieen ein und derselben Platte einander völlig gleichen; die auftretenden Differenzen sind nicht immer constant und daher schwer auf ihre Ursachen zurückzuführen. Die Grösse und Undurchsichtigkeit nimmt meist mit der Wachsthumsintensität, welche die Varietät zeigt, zu, die an der Peripherie ausstrahlenden Ketten finden sich nur bei solchen Spielarten, die ausgesprochene Neigung zur Kettenbildung haben, aber nicht immer bei diesen.

Die Eigenschaften der Diplokokkencolonieen auf schräg erstarrtem Agar sind dieselben, wie die zuletzt beschriebenen. Die Oberfläche scheint wie mit Thautröpfchen besetzt, die je nach der Zahl der Colonieen, der Beschaffenheit des Fleisches, das zur Herstellung des Nährbodens gedient hat, und dem Charakter der Varietät, von verschiedener Transparenz und

Grösse sind. Ein eigentliches Zusammenfliessen derselben haben wir kaum constatiren können. Manchmal macht es die grössten Schwierigkeiten, überhaupt ein Wachsthum auf der Oberfläche des Agars zu sehen, das nach dem Ausweis von Präparaten und dem Ausfall weiterer Impfungen stattgefunden hat — wie es Pasquale auch bei seinem Rhinostreptococcus bemerkt hat. Diese hochgradige Transparenz ist keine constante Eigenschaft, von einer Agarart zur anderen kann sie wechseln. Auf der anderen Seite sieht man auch ab und zu bei Varietäten, die sonst sehr mässig wachsen, eine Entwickelung analog der des Streptococcus pyogenes, aber nur vorübergehend. Constant dagegen wird dieser Charakter bei denjenigen Spielarten — seien sie unter natürlichen Verhältnissen gefunden oder durch Züchtung entstanden — welche auch in ihren übrigen Eigenschaften sich dem Streptococcus nähern, z. B. Nr. 23, 41, 47, spätere Generationen von 68. Hand in Hand geht gewöhnlich eine bessere Entwickelung in Gelatine bei niederer Temperatur. Bei allen Varietäten ohne Ausnahme verbessert sich durch Züchtung in günstigen Bedingungen auch das Wachsthum in Agar, wenn auch einige derselben mit grösserer Zähigkeit ihre ursprüngliche Art bewahren. Es sind das immer wieder dieselben Diplokokken, die auch in ihren übrigen Charakteren sich wenig durch die Cultur verändern, ihre Lanzettform, ihre Kapsel behalten, nicht zur Kettenbildung neigen, nicht in sauren Nährböden wachsen, und wie wir weiter unten sehen werden, nicht in Gelatine bei Zimmertemperatur gedeihen. Diejenige Spielart, die sich am schnellsten unter dem Einfluss der Cultur verwandelt hat, war auch in dieser Beziehung No. 68, die schon nach kaum 30 Generationen in Agar wie der Streptococcus der Eiterung wuchs.

Ueber die Art des Wachsthums unserer Mikroorganismen in Bouillon sind die Autoren nicht recht einig. Nach A. Fränkel sieht man in derselben zuerst eine gleichmässige Trübung, später einen sandartigen Niederschlag, der aus Bakterien besteht. Nach Weichselbaum ist nach 2 Tagen ein feinkörniges oder feinflockiges weisses Sediment am Boden des Gläschens, während die Flüssigkeit darüber ziemlich klar ist; bei schlecht wachsenden Culturen soll aber das Sediment sehr spärlich und die Flüssigkeit leicht getrübt sein. Arustamow giebt wieder eine andere Beschreibung. Unserer Erfahrung nach erklären sich diese Differenzen aus der verschiedenen z. Th. ungünstigen Zusammensetzung der Fleischbrühe, sowie aus den zwischen den einzelnen Varietäten bestehenden Unterschieden. In guter alkalischer Peptonbouillon können wir 4 Arten des Wachsthums unterscheiden.

1. Es entsteht in den ersten 24 Stunden nach der Impfung, bei reichlicher Impfung auch schon einige Stunden später eine deutliche Trübung,

die beim Schütteln den Eindruck von feinen durch einander wirbelnden Wolken macht; das Präcipitat, das daneben vorhanden ist, ist unbedeutend. Bei längerem Aufenthalt im Brütofen klärt sich die Bouillon im Laufe einiger Tage, man sieht keine Wolken mehr, statt dessen eine leichte Opalescenz; der Bodensatz ist nicht wahrnehmbar gewachsen.

2. Die Bouillon trübt sich etwas stärker, der Niederschlag ist ebenfalls erheblicher; die wolkige Trübung bleibt auch in den folgenden Tagen bestehen und verschwindet erst sehr viel später.

3. Die Flüssigkeit selbst ist klar, enthält aber einen sehr reichlichen Bodensatz, der sich durch Aufwirbeln in eine wolkige Trübung auflösen lässt.

4. Die Bouillon bleibt ebenso klar, der Niederschlag ist sehr reichlich, aber besteht aus mehr oder weniger grossen Flocken und Fetzen, die sich durch Schütteln ebenfalls verkleinern lassen, aber ohne sich in eine gleichmässige Trübung aufzulösen. Selbstverständlich giebt es auch hier Uebergänge von einer zur anderen Form.

Die erste Art des Wachsthums haben wir bei den virulenten Varietäten, die ja der Regel nach auch in Agar nicht üppig wachsen, meist gefunden, das Verschwinden der Trübung leiten wir von einer Auflösung der Bacterien selbst her; die zweite bis vierte Art tritt bei denjenigen auf, die weniger oder gar nicht virulent waren, sowie bei den virulenten, wenn sie einige Zeit cultivirt, in ihrem Wachsthumsvermögen also gestärkt worden waren. Sehr häufig findet allmählich von der ersten Wachsthumsform ein Uebergang durch die zweite zur dritten oder vierten statt, aber auch umgekehrt von der vierten zur dritten oder zweiten Form. Eine Regel hierfür zu finden ist uns nicht geglückt, wie man ja auch über die Ursache dieser verschiedenen Erscheinungen selbst nichts weiss. Im allgemeinen kann man erwarten, in einer Bouillon, die klar ist, aber einen Bodensatz enthält, sehr schöne Streptokokken zu finden; andererseits finden sich längste Ketten auch in einer Flüssigkeit, die dauernd getrübt bleibt.

Bei denjenigen Spielarten, bei denen es uns gelungen ist, die verlorene Virulenz durch mehrfache Uebertragung auf Thiere wieder herzustellen, kehrten ausser den alten morphologischen Eigenschaften auch die ursprünglichen Wachsthumsverhältnisse in Agar und in Bouillon zurück.

Auch unter Ausschuss des Sauerstoffs haben wir die Diplokokken cultivirt und uns dabei meist der Methode der Züchtung in hohen Agarschichten bedient. Alle unsere Varietäten wuchsen längs des ganzen Impfstichs in gleicher Weise, vielleicht eher besser als auf der Oberfläche des Nährbodens. Auf gewisse Vortheile, welche diese Culturmethode mit sich bringt, werden wir bei Besprechung der Lebensdauer des Diplococcus und der Virulenz zurück kommen.

Wachsthum bei niederer Temparatur (in Gelatine).

Der Hauptgrund, weswegen die Reincultivirung des Pneumoniecoccus so vielen Schwierigkeiten begegnete, war, dass er auf Gelatine bei gewöhnlicher Temperatur nicht zum Wachsthum kam. In der That findet bei vielen Varietäten unter 20° C. keine Entwickelung statt. Regelmässig dagegen geschieht das bei 24—25°, auch wenn man direct aus den Organen des Thieres den Impfstich macht. Nach einigen Forschern wäre letzteres nicht der Fall, nach Arustamow läge das Temperaturminimum sogar bei 28°. Möglich ist, dass diese Differenzen auf Mangelhaftigkeit des Nährbodens zurückzuführen sind, denkbar freilich, dass es auch solche Varietäten giebt. Auch wir haben gesehen, dass einige Spielarten sehr langsam bei 24° wuchsen, andere waren schon in wenigen Tagen gut entwickelt, etwa in derselben Weise wie der Streptococcus pyogenes bei gewöhnlicher Temperatur. In der bei 18° gehaltenen Gelatine fehlte in sehr vielen Fällen bei reichlicher Impfung jede Spur einer Entwickelung, in anderen begann sich nach einer Woche ein Wachsthum bemerklich zu machen, das nach 2—3 Wochen seinen Höhepunkt erreichte, in einigen wenigen endlich unterschied sich die Intensität der Entwickelung nicht merklich von der des Streptococcus des Erysipels oder der Phlegmone (No. 41, 47), die Entscheidung aber, dass es sich auch hier um nichts anderes handelte, als um eine Varietät des Diplococcus lanceolatus capsulatus, gab das Thierexperiment. Wo letzteres kein positives Ergebniss hat, ist es natürlich nöthig, sich nach anderen Kriterien umzusehen. Dabei kann es wohl vorkommen, dass man definitiv im Zweifel bleibt. So unterschied sich z. B. unsere Nr. 23, nur dadurch von einem typischen Streptococcus pyogenes, dass das Wachsthum in Gelatine etwas langsamer war und für grosse Dosen eine pyogene Wirkung bei Kaninchen constatirt wurde, eine Eigenschaft, welche der Streptococcus wenigstens nach den bisherigen Beschreibungen nicht zu haben pflegt, aber doch nach unseren Erfahrungen haben kann. In manchen Fällen ist das einzige, allerdings unbestreitbare Kriterium der Ursprung der in Gelatine mit allen Charakteren des Streptococcus pyogenes wachsenden Varietät von einer zweifellosen Spielart des Diplococcus lanceolatus. Durch Cultur in künstlichen Medien gelingt es in der That, wie schon Foà und Bordoni-Uffreduzzi für ihren Meningococcus angaben, die Fähigkeit des Wachsthums bei niederer Temperatur zu erhöhen. Einige Diplokokken, wie Nr. 3, 8, 22, 31, 32, 34, 35, 62, 68, 73, die überhaupt unter 20° keine Entwickelung gezeigt hatten, wuchsen nach Züchtung auf Agar in der 100. Generation oder nach monatelang fortgesetzter Cultivirung in Gelatine resp. in hohen Agarschichten auch bei 18°, bei anderen wurde das schon ursprünglich vorhandene Wachs-

thum üppiger. Es bestehen auch hier grosse Differenzen in der Schnelligkeit und Intensität der Variation. Eine grosse Zahl von Spielarten gedieh auch in der 100. Generation nur wenig besser in Gelatine als früher, und war bei 18° in keiner Weise zur Entwickelung zu bringen. Bei Nr. 47 hatten wir die merkwürdige Thatsache zu verzeichnen, dass die 100. Generation aus Agar überhaupt nicht mehr unter 20° wuchs, während ursprünglich das Wachsthum bei dieser Temperatur schon reichlich gewesen war und durch fortgesetzte Züchtung in Gelatine sich noch verbessert hatte. Am schnellsten trat die Veränderung bei der schon öfter genannten Nr. 68 hervor, die in der 30. Generation schon gleich einem Streptococcus erysipelatis gedieh. Wenn alle diese Erfahrungen nicht das Ergebniss von streng controlirten Untersuchungen wären, wären sie werthlos; so, wie sie sind, lassen sie zwar nicht alle eine Erklärung zu, beweisen aber doch das eine, dass im Grossen und Ganzen die Variabilität in künstlichen Nährböden nach einer und derselben Richtung hin sich bemerklich macht. Die Ausnahmen sind ein Zeichen dafür, dass die Methode nicht eine vollkommene genannt werden kann. Erstens ist eine absolute Gleichartigkeit der Bedingungen für die verschiedenen Fälle nicht zu erzielen, und zweitens haben wir es ja, auch wenn wir ursprünglich von einer Colonie ausgehen, in der Folge immer mit Massenculturen zu thun, die sich ergebenden Variationen sind immer die Summe der Veränderungen zahlloser Individuen, welche im Einzelnen nicht zu controliren sind. Eine Verbesserung der Methode wäre wohl zu denken, aber gerade bei unserem Mikroorganismus stellen sich der praktischen Ausführung allzu erhebliche Schwierigkeiten entgegen.

Einige Besonderheiten, die uns bei der Züchtung des Diplococcus in Gelatine begegnet sind, sollen hier noch folgen. Im Allgemeinen ist das Oberflächenwachsthum ein geringes; es zeigte sich häufig ein zarter Hof um die Einstichöffnung, nur in einem Falle, bei Nr. 41, ging die Ausbreitung einige Millimeter weiter und erhielt sich auch bei Uebertragung von Gelatine auf Gelatine, während sie nicht hervortrat, als nach längerer Züchtung in Agar auf Gelatine übergeimpft wurde.

Ein sehr beschränktes Peptonisirungsvermögen hat sich ausnahmsweise und vorübergehend bei einigen Varietäten gezeigt, die in 15 procentiger Gelatine bei 24° gezüchtet wurden. Pigmentbildung in geringem Grade ist häufig zu sehen, indem üppig gediehene Culturen in der Tiefe des Impfstichs ein gelbliches, auch bräunliches Colorit annehmen können. Bei Nr. 26 entwickelte sich — aber nur in einer Generation — um einige isolirt stehende Granula, als sie auf der Höhe des Wachsthums standen, ein schön grüner Hof von einigen Millimetern Durchmesser. Die Prüfung ergab Reinheit der Diplokokkencultur.

Wachsthum in Milch.

Schon von A. Fränkel wird angegeben, dass der Pneumoniecoccus gut in sterilisirter Milch gedeiht und dieselbe unter Säurebildung zur Gerinnung bringt, nach einigen Uebertragungen aber das Coagulationsvermögen verliert. Nikiforoff (23) beschreibt einen Diplococcus, der von Anfang an Milch nicht säuerte und coagulirte und legt Gewicht auf diesen differentiellen Charakter.

Von unseren 84 Varietäten haben 11, als sie isolirt wurden, kein Coagulationsvermögen besessen. Bemerkt werden muss, dass zur Impfung in Milch immer grosse Quantitäten frischen Materials benutzt, die Culturen mindestens eine Woche im Brütofen gehalten und nachher auf ihre Reinheit geprüft wurden. Unter diesen 11 Spielarten war auch eine sehr virulente, die anderen verursachten bei Kaninchen höchstens Abscesse, einige tödteten Mäuse unter dem Bilde der Septicämie. Diejenigen Diplokokken, die Milch coagulirten, waren zum grössten Theil für Kaninchen virulent, zum Theil aber auch völlig unschuldig.

Die Resultate der Züchtung waren ausserordentlich verschiedene, indem das Coagulationsvermögen gewonnen, verloren und wiedergewonnen werden konnte. Nr. 8 brachte in 100 von Milch zu Milch vorgenommenen Uebertragungen dieselbe stets prompt zur Gerinnung und war doch nie im Stande, ein Kaninchen zu tödten, von der 100. Generation auf Agar fand keine Coagulation statt. Nr. 7 bewirkte in den ersten Generationen in Milch keine Gerinnung, seit der fünften Uebertragung (Milch von derselben Probe) begann dieselbe erst langsam, dann schneller einzutreten, und verschwand erst wieder von der 20. an. Einige virulente Varietäten coagulirten unverändert bis in die 40. Generation, andere verloren die fermentative Fähigkeit früher. Es wäre überflüssig, diese Beispiele zu vermehren: wir finden keine Regel; unsere Tabelle giebt die erhaltenen Resultate wieder. Auf die wenigsten Ausnahmen dürfte der Satz treffen, dass die Septicämie erregenden Diplokokken die Milch in 1—3 Tagen coaguliren.

Die Gerinnung selbst erfolgt unter Bildung von Säure, die ausbleibt, wenn erstere fehlt. Eine Entwickelung der eingesäeten Mikroorganismen findet in jedem Falle in der Milch statt, und zwar scheint die Intensität ihres Wachsthums, wie gleichzeitig angelegte Plattenculturen lehren, nicht in Beziehung zur Fermentation zu stehen. Dass in der That eine Enzymbildung besteht, die durch die Säuerung nur unterstützt wird, lässt sich leicht feststellen.

Wachsthum in anderen Nährböden.

Die meisten Forscher haben auf Kartoffeln kein Wachsthum der Diplokokken eintreten sehen, ebenso wenig, wie wir, auch nicht bei den am üppigsten gedeihenden Varietäten. Dass unter Umständen ein solches eintritt, folgt aus den positiven Berichten einiger Autoren, z. B. Ortmann. Es wird hier wohl viel von der Beschaffenheit der Kartoffel selbst abhängen.

Bonome und Bordoni-Uffreduzzi (24) haben Diplokokken beschrieben, die auf Blutserum nicht gediehen. Bei unseren eigenen Versuchen mit coagulirtem Blutserum vom Kalbe haben wir verschiedene Resultate gehabt, die in der Tabelle aufgeführt sind. Aus äusseren Gründen konnten wir nicht jedesmal, wann wir eine neue Varietät isolirt hatten, sofort die Probe auf das Wachsthum im frischen Material anstellen — altes Serum taugt aber nicht zur Züchtung. Darum wurde nur eine Anzahl der auf Agar serienweis cultivirten Varietäten zu gleicher Zeit der Prüfung unterworfen. Einige zeigten überhaupt kein Wachsthum, darunter solche, die noch im Stande waren, beim Kaninchen Septicämie hervorzurufen, andere, die virulent, und wieder andere, die nie virulent gewesen waren. Dem gegenüber wuchsen üppig solche, die noch äusserst virulent waren oder wenigstens in grossen Dosen Septicämie bewirkten, oder aber die Virulenz verloren resp. nie besessen hatten. Wir können somit diesem Charakter keine Bedeutung beilegen. Die Art des Wachsthums selbst war verschieden; bei spärlicher Entwickelung fanden sich zahlreiche Involutionsformen; Kapselbildung wurde häufig bemerkt.

In menschlicher Ascitesflüssigkeit waren die Verhältnisse des Wachsthums ebenso wenig constanten Regeln unterworfen; die in demselben erhaltenen Culturresultate entsprachen für jede Varietät durchaus nicht denjenigen, die sich auf dem Kalbsserum ergeben hatten.

Wie sich die Dinge in Serum anderen Ursprungs verhalten, werden wir weiter unten bei Besprechung der Immunitätsbedingungen zu erörtern haben.

Lebensdauer der Diplokokken in natürlichen und künstlichen Medien.

Als ein Hauptcharakter des Pneumoniecoccus gilt seine geringe Lebensfähigkeit in Culturen, doch sind abweichende Varietäten von Biondi, Tizzoni und Mircoli (25), Nikiforoff, Pansini u. A. beschrieben. Wir haben systematische Untersuchungen darüber angestellt. Differenzen ergeben sich, je nachdem der Diplococcus in festen oder flüssigen Nähr-

medien, an der Luft oder bei Ausschluss des Sauerstoffs, bei hoher oder niederer Temperatur gewachsen ist. Auch die Zusammensetzung des Nährbodens ist von Bedeutung.

Dass auf der Oberfläche des Agars die in Rede stehenden Mikroorganismen schnell sterben, erfährt man bald, wenn man die Erneuerung der Cultur vornehmen will. Schon nach 2—3 Tagen gelingt das meist nur bei Uebertragung sehr reichlicher Mengen. Als bestes Mittel, die Lebensdauer zahlenmässig für die einzelnen Varietäten zu bestimmen, hat sich uns folgende Methode erwiesen. Nach Beendigung der Entwickelung im Brütofen, die in 24 Stunden zu erfolgen pflegt, werden die Culturen vor Licht geschützt, bei Zimmertemperatur aufbewahrt und in bestimmten Zeiträumen, etwa von 7 zu 7 Tagen, zur Prüfung herangezogen. Die Cultur wird auf 40° erwärmt, flüssiger Agar von 40° hineingegossen, durch Abkratzen von der Oberfläche möglichst alles Bacterienmaterial in demselben vertheilt, und der noch flüssige Agar schnell auf Platten ausgegossen. Auf diese Weise sind die in der Tabelle aufgeführten Resultate gewonnen. Aus denselben folgt, dass bei weitem die meisten Varietäten, virulente, aber auch nicht virulente, im Laufe einer Woche abgestorben sind, wenige, meist abgeschwächte Varietäten, überdauern die zweite Woche; eine alleinstehende Ausnahme bildet unsere Nr. 22, die sich nach zwei Monaten noch fortpflanzungsfähig erwies. Die Fähigkeit in Gelatine bei niederer Temperatur zu wachsen ist öfters, aber nicht regelmässig, namentlich nicht bei den virulenten Varietäten, mit relativ grösserer Lebenszähigkeit verbunden. Culturen, die länger als einen Tag im Brütofen gestanden haben, sterben regelmässig früher.

In Bouillon lässt sich das schnelle Absterben der Diplokokken noch leichter durch Plattengiessen verfolgen. Die Verhältnisse sind besonders bei den virulenten Bacterien ziemlich dieselben, als auf der Oberfläche des Agar. Das Wachsthum schreitet gewöhnlich in den ersten 24 Stunden bis zum Maximum vor, von da beginnt ein rapider Abfall, der bei den virulenten Bacterien mit der Klärung der Bouillon gleichen Schritt hält. Manchmal enthält schon 1 ccm einer dreitägigen Bouillon keine lebenden Mikroorganismen mehr.

Aus unserer Tabelle ist ersichtlich, dass wir unter den langlebigen Varietäten keine virulenten gefunden haben. Dass solche existiren müssen, beweist die Mittheilung von Tizzoni und Mircoli. Diese Autoren geben an, mit Bouillon-Culturen, die ohne erneuert zu sein, 32 Tage bei 36° gestanden hatten, noch Infection von Kaninchen erzielt zu haben. Also wäre auch der Charakter der geringen Lebensfähigkeit wie andere früher besprochene für den virulenten Diplococcus lanceolatus capsulatus nicht absolut constant.

In hohen Agarschichten ist die Lebensdauer der Diplokokken eine erheblich grössere. Nach drei Wochen ist meist die Abimpfung noch erfolgreich. Daraus lässt sich schliessen, dass der Luftsauerstoff mit an der schädigenden Wirkung, der die Mikroorganismen unterliegen, betheiligt ist. Ueber diese schädlichen Einflüsse haben wir folgende Experimente angestellt. Auf schräg geneigtem Agar haben wir eine Reihe von Varietäten zum Wachsthum gebracht, nach der Beendigung desselben die Culturen bei 100° sterilisirt, von neuem mit denselben Bacterien geimpft und bei Brüttemperatur aufgestellt. Die Entwickelung trat überall nach 24 Stunden ein. Ein anderer war der Ausfall des Versuchs, wenn wir Bouillonculturen virulenter Kokken so lange bei 37° hielten, bis sie abgestorben waren, und sie dann mit und ohne Zufügung der geringen von den Mikroorganismen verzehrten Alkalimenge (auf 5 ccmm 6 Tropfen $^1/_{10}$ Normalalkali) von neuem impften. In diesem Falle und ebenso, wenn wir die alten Culturen eine Stunde auf 55° und 100° erhitzen, trat keine Entwickelung ein, die in der Controlbouillon üppig erfolgte. Wir betrachten diese Versuche nur als vorläufige, die uns indessen schon lehren, dass beim Wachsthum resp. beim Zugrundegehen der Diplokokken in der Bouilloncultur Stoffe gebildet werden, die ihrer eigenen Entwickelung schädlich sind. Dass es nicht der Nahrungsmangel sein kann, der das Gedeihen derselben in der alten Bouillon verhindert, erscheint bei der geringen Masse, welche die virulenten Diplokokken auch in der ausgewachsenen Cultur bilden, sehr wahrscheinlich.

Im Gelatinestich ist die Lebensdauer unserer Mikroorganismen etwa dieselbe oder noch grösser als in hoher Agarschicht, erstens wegen der niederen Temperatur, deren Einfluss schon Biondi gezeigt hat, und zweitens wegen des relativen Sauerstoffabschlusses. Drei Wochen bis zu einem Monat pflegen auch die empfindlichsten Varietäten zu überdauern; jedoch sind das immer nur relativ wenige Individuen in den Culturen, die meisten sterben schon früher.

Im Blutserum verschiedener Thiere und des Menschen treffen wir ungefähr dieselben Verhältnisse als in Bouillon.

Der Einfluss der fortgesetzten Cultur in künstlichen Nährböden zeigt sich bei fast allen Spielarten darin, dass ihre Lebenszähigkeit zunimmt, indessen, wie die Tabelle zeigt, in verschiedenem Grade. Die meisten leben statt einer auf der Agaroberfläche jetzt drei Wochen. Aehnlich liegen die Dinge in den Stichculturen. Monatelang kann hier die Entwickelungsfähigkeit bestehen bleiben.

Im Thierkörper und in erkrankten menschlichen Organen sterben die Diplokokken im allgemeinen ebenso schnell als in den Culturen. Schon

bei Gelegenheit ihrer Färbbarkeit in den organischen Säften wurde davon gesprochen. Indessen scheinen einige Individuen unter Umständen eine Ausnahme von dieser Regel machen können. Dass sich in alten Exsudaten z. B. der Pleura Diplokokken vereinzelt oft lange Zeit noch nachweisen lassen, haben andere Autoren und ebenso wir mehrmals beobachten können. Aber auch ausserhalb des lebenden Organismus, in einem serösen pleuritischen Exsudat, das wir in einem zugeschmolzenen Glase über ein Jahr conservirt hatten, fanden wir lebensfähige und virulente Pneumoniekokken. Die Flüssigkeit besass, wie wir zu gleicher Zeit bemerken wollen, sehr ausgesprochene entwickelungshemmende Eigenschaften. Nicht nur Diplokokken versuchten wir vergebens darin zu cultiviren, sondern auch eine ganze Reihe anderer virulenter Bacterien; offen aufgestellt widerstand sie sogar längere Zeit der Fäulniss. Wie sich unsere sonst so empfindlichen Mikroorganismen hier haben erhalten können, ist schwer zu sagen; die mikroskopische Untersuchung des Bodensatzes blieb ohne Resultat. Die Culturen, welche wir nach Verimpfung des Exsudats auf Kaninchen aus diesen gewannen, besassen dieselbe geringe Lebensfähigkeit, als die Diplokokken im Allgemeinen.

Im Anschluss an diese Beobachtung haben wir experimentell festzustellen gesucht, wie sich die Pneumoniekokken ausserhalb des lebenden Organismus und ohne Züchtung conserviren lassen. Das Blut von Kaninchen, die an intensiver Septicämie zu Grunde gegangen waren, sammelten wir unter aseptischen Cautelen und liessen es längere Zeit unter Verhütung der Verdunstung bei 15° stehen. Nach drei Tagen war in Platten schon eine Verminderung der Bacterien bemerklich, nach 15 Tagen waren nur noch wenige derselben nachweisbar und nach 20 Tagen mit Ausnahme von einer Varietät (No. 41), die auch sonst durch verschiedene Eigenschaften eine besondere Stellung einnimmt, alle Individuen abgestorben.

Im Sputum von Pneumonikern, das ebenfalls im frischen Zustand bei 15° conservirt wurde, gewannen schon nach 3—4 Tagen die Saprophyten so die Oberhand, dass die virulenten, meist weniger widerstandsfähigen Diplokokken zu Grunde gingen. Solche Auswürfe verursachten daher in derselben Dosis injicirt, die ursprünglich Septicamie bedingt hatte, nur Abscesse, aus denen pyogene Varietäten von Diplokokken gewonnen werden konnten. Letztere pflegen resistenter zu sein und finden sich neben den virulenten in jedem auch frischem pneumonischem Sputum; darum liegt gar kein Grund vor von einer Abschwächung der virulenten Diplokokken durch die Saprophyten zu sprechen.

Wurden Spielarten, die bei niederer Temperatur nicht gediehen, in Bouillon oder Gelatine geimpft und bei 15—18° gehalten, so erwiesen sie

sich meist nach 1—2 Wochen, wenn sie bei günstiger Temperatur aufgestellt wurden, als abgestorben. Einige wenige nur begannen ein Wachsthum zu entfallten, sodass uns die Angaben von Biondi u. A., die ähnliche Versuche mit positivem Resultat gemacht haben, erklärlich sind. Es wäre wohl auch möglich, dass, je mehr die Temperatur sich dem Nullpunkte nähert, desto eher die Conservirung gelingt. Wir registriren diese Angabe von Patella (26) einfach, da wir selbst nicht in der Lage waren, den Versuch anzustellen.

Der Widerstand einer Reihe von Varietäten dem Trocknen gegenüber wurde auch in der Weise geprüft, dass wir Blut von septicämischen Kaninchen benutzten. Dasselbe wurde in dünner Schicht auf Koch'sche Platten aufgestrichen, sowohl bei gewöhnlicher Temperatur, als im Brütofen getrocknet und dann im Zimmer bei 18° aufbewahrt. Auf Agarplatten, die mit grossen Proben des trockenen Materials angefertigt wurden, stellte sich heraus, dass No. 36 (in fünf Versuchen mit verschiedenem Blut) schon nach zwei Tagen, No. 44 und 49 nach zehn Tagen abgestorben waren, No. 1, 29, 31, 48 zwischen 18 Tagen und drei Monaten, No. 41 und 47 zwischen drei und fünf Monaten zu Grunde gingen. Die Methode des Eintrocknens machte in unseren Versuchen keinen wesentlichen Unterschied, letzterer wurde vielmehr bedingt durch den Charakter der Diplokokkenvarietät selbst. Die beiden resistentesten waren diejenigen, die üppig in Gelatine wuchsen. Aus unseren Beobachtungen dürften sich die Abweichungen der Autoren, die auch den Einfluss des Trocknens auf die Pneumoniekokken untersucht haben, erklären (Foà und Bordoni-Uffreduzzi, Guarnieri, Patella).

Sputum, das wir einige Tage trocken aufbewahrten und dann in gleicher Quantität als das frische Sputum auf Kaninchen verimpften, zeigte nicht den geringsten Verlust eines pathogenen Vermögens. Indessen werden wahrscheinlich hier dieselben Verhältnisse gelten als für das Blut, d. h. es wird die Resistenz mit der Diplokokkenvarietät variiren. Nach der jüngsten Mittheilung von Bordoni-Uffreduzzi könnte man in Ballen getrockneten pneumonischen Auswurf unbeschadet der Virulenz zwei Monate lang conserviren. Unserer Ansicht nach besässe es einen gewissen praktischen Werth, den Versuch in der Weise anzustellen, dass man Sputum von verschiedenen Pneumonieen trocknete, fein pulverisirte und dann in verschiedenen Zeiträumen auf seine Wirksamkeit prüfe. Der Widerstand der Diplokokken gegen das Eintrocknen ist, wie die Experimente mit Bouillonculturen (Biondi, wir selbst) lehren, an sich sehr gering, und lässt sich nur durch die Umhüllung mit eiweissreichen oder schleimigen Substanzen in vielen Fällen erhöhen. In zusammenhängender Schicht ist die Wirkung der letzteren jedenfalls grösser als

in feinster Pulverform. Der Staub ist es aber eben, durch den eine Infection am leichtesten vermittelt werden könnte.

Der schädliche Einfluss des Lichtes, auch des diffusen, auf das Leben der Diplokokken liegt in dem hiesigen Klima gewissermassen auf der Hand. Die Culturen müssen ängstlich vor demselben behütet werden. Auch auf fein vertheiltes Sputum dürfte die gemeinschaftliche, desinficirende Wirkung des Lichts, des Sauerstoffs der Luft und der Trockenheit eine bedeutende sein.

Säurebildungs- und Reductionsvermögen der Diplokokken.

Das erstere haben wir zuerst nach der Methode von Petruschky (27) an 25 unserer Varietäten bestimmt. Die gebildete Säure schwankte zwischen 2—4 Tropfen $^1/_{10}$ Normalsäure auf 5 ^{ccm} Milchserumcultur. Dabei war kein klares Verhältniss zwischen dem Grade der Virulenz und der Säurebildung vorhanden. Nur Nr. 23 entwickelte eine grössere Menge, nämlich 6 Tropfen Säure; es war das eine Varietät, die relativ üppig auch in Gelatine gedieh.

Da das Wachsthum in neutralem Milchserum in der Regel sehr spärlich war, haben wir in einer zweiten Untersuchungsreihe die Säurebildung in guter alkalischer Bouillon geprüft. Unsere Methode war folgende. Gleiche Bouillonquantitäten wurden in Reagenzröhren von gleicher Dicke gebracht, geimpft und mit nicht geimpften Controlgläsern zusammen während 4 Tagen im Brütschrank gehalten. Schon nach 2 Tagen war im allgemeinen das Maximum des Wachsthums und der Säurebildung erreicht. Dann wurde überall Rosolsäure[1] zugefügt und die Färbung verglichen. Es liess sich jetzt schon die relative Säuremenge, die in jeder Cultur gebildet war, einigermassen abschätzen. Darauf wurde reihenweise $^1/_{10}$ Normalsäure in Tropfen zugegeben und jedesmal sowohl die Rosolsäurefärbung verglichen, als die Prüfung auf sehr empfindlichem neutralen Lakmuspapier vorgenommen. Hierbei zeigte es sich, dass es sehr schwer war, die erfolgte Neutralisirung durch Rosolsäure zu bestimmen, sei es wegen der Trübung der Bouillon, sei es weil die Farbdifferenzen der Rosolsäure in Bouillon (wie im Serum) äusserst gering sind. Dagegen gab die Prüfung mit Lakmuspapier gute Resultate. 7 unserer Varietäten ver-

[1] Phenolphthalein als Indicator zur Bestimmung der neutralen Reaction benutzt, giebt nach unserer Erfahrung ganz abweichende Resultate. Die Lakmuslösung stellen wir auf folgende Weise her: Die vereinigten wässrigen Auszüge des gepulverten Lakmus werden, mit Essigsäure versetzt, zum Syrup eingedampft; letzterer wird mit einer grossen Quantität 90proc. Alkohols übergossen, wodurch vom Lakmus ein rother störender Farbstoff und die essigsaure Base getrennt wird. Der Rückstand wird in Wasser gelöst.

wandten wir zu dem Experiment und zum Vergleich noch 3 Varietäten des Streptococcus pyogenes (nämlich den Str. pyogenes unserer Sammlung, einen Streptococcus von einem Fall von Osteomyelitis und den Diplococcus pyogenes Pasquales). In 5 ccm Cultur bildeten

6 Tropfen	$^1/_{10}$ Normalsäure	Nr. 68 (von Thier zu Thier gezüchtet), Nr. 35 (Gelatine), Nr. 47 (Agar),
7—8	„ „	Nr. 58 und Streptococcus pyogenes,
8—9	„ „	Nr. 47 (Gelatine) und Streptococcus osteomyelitidis,
14	„ „	Nr. 68 (31. Gen. auf Agar) und Diplococcus pyogenes.

Wie man sieht, waren die Differenzen recht erheblich, entsprachen übrigens durchaus nicht constant der Grösse des stattgehabten Wachsthums; z. B. zeigten Nr. 68 (vom Thier) und 47 (Agar) sehr bedeutende Unterschiede im Wachsthum, aber geringe in der Säurebildung, während 47 (Gelatine) und 68 (31. Agargeneration) gleich üppig gewachsen waren, aber ungleiche Quantitäten Säure bildeten.

Was die Virulenz betrifft, so haben wir grosse Differenzen zwischen Nr. 68 (vom Thier) und Nr. 35 (Gelatine), die doch gleiche Säuremengen bilden, viel geringere zwischen Nr. 68 (vom Agar) und derselben Nr. 35, obwohl jenes die doppelte Säurequantität producirt. Im allgemeinen dürfen wir nach Prüfungen, die wir mit anderen virulenten Varietäten des Pneumoniecoccus angestellt haben, sagen, dass dieselben, anlangend die Säurebildung, auf der gleichen Stufe als Nr. 68 (vom Thier), d. h. am Anfang der Reihe stehen. Es scheint demnach keine constante Beziehung zwischen dem Grade der Virulenz und des Säurebildungsvermögens zu existiren, wie Behring sie beim Milzbrandbacillus gefunden hat.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass namentlich durch die virulenten Spielarten des Pneumoniecoccus die Reaktion der alkalischen Bouillon nie in die entgegengesetzte verwandelt wird, wie einige Autoren es behauptet haben. Durch die geringe Säurebildung, die stattfindet (6 Tropfen $^1/_{10}$ Normalsäure auf 5 ccm Bouillon mit durchschnittlichem Alkaligehalt von 20 Tropfen) wird die Alkalität derselben nur leicht vermindert.

Die Fähigkeit Milch zu coaguliren ist unabhängig von dem Vermögen der Säureproduction, welche sich in Bouillon manifestirt. Interessant ist, dass derjenige Mikroorganismus, der am meisten Säure in letzterer entwickelte, die Milch nicht einmal anzusäuern vermochte.

Das Reductionsvermögen unserer Bacterien wurde in Agar und Bouillon geprüft, die mit Lakmuslösung gefärbt waren, und zwar an denselben Varietäten, die zum letzten Experiment benutzt worden waren. Mit einer Ausnahme erfolgte überhaupt keine Reduction des Farbstoffs;

Nr. 68 (31. Agargeneration) nahm auch hier wieder eine Sonderstellung ein, indem sie die Bouillon schnell entfärbte. Durch Schütteln mit Luft konnte ein Theil der Färbung zurückgerufen werden. So sehen wir denn in diesem Falle, dass diejenige Spielart des Pneumoniecoccus, die unter allen von uns gefundenen die grösste Variabilität an den Tag legte, zugleich mit dem theilweisen Verlust der pathogenen Fähigkeiten, eine erhebliche Erstarkung des Wachsthums, des Säurebildungs- und Reductionsvermögens aufwies. Alle diese Eigenschaften gingen wieder verloren, nachdem die alte Virulenz wiederhergestellt war.

Die Virulenz des Diplococcus.

Für jede Varietät haben wir dieselbe in gleichmässiger Weise festgestellt, indem wir die von der Agarplatte oder direct aus den Organen des Thieres in Bouillon erhaltene Reincultur gewöhnlich zwei Kaninchen zugleich, subcutan resp. intraperitoneal, einspritzten. Regelmässig wurden die Culturen auf dem Höhepunkt ihrer Entwickelung, der meist im Laufe von 24, selten 48 Stunden erreicht wurde, und, wenn nicht ein besonderer Grund vorlag, andere Mengen zu wählen, in der Dose von 1—2 ccm benutzt.

Die subcutane Einspritzung an Thieren von gleicher Grösse, an entsprechender Körperstelle und mit derselben Menge ausgeführt, hat den Vortheil, dass sie uns am besten gestattet, den Grad der Virulenz abzuschätzen. Das Kaninchen stirbt entweder in 1—5 Tagen unter dem Bilde der Septicämie, d. h. mit Diplokokken im Blut, die schon im mikroskopischen Präparat in reichlicher Menge nachzuweisen sind; eine örtliche Veränderung fehlt nie, ist aber von variabler Intensität. Oder das Thier geht später, zwischen 5—15 Tagen etwa, zu Grunde; dann sind im Blut mikroskopisch nur wenige oder überhaupt keine, stets dagegen durch die Cultur noch Diplokokken nachzuweisen; vor allem springt die lokale Veränderung, eine starke fibrinöse Exsudation, ein Abscess, eine Ulceration ins Auge. Wenn endlich der Tod überhaupt nicht eintritt, besteht entweder ein örtlicher Process oder überhaupt kein Zeichen, der Infection. Gegenüber allen anderen Einführungswegen des Virus ist der Vortheil der subcutanen Injection der, dass man in allen Fällen nicht nur die allgemeine Reaction wie Fieber, Kräftezustand etc., sondern auch die lokale gewissermassen „klinisch“ verfolgen kann, während das letztere bei den anderen Methoden nur möglich ist, wenn das Thier stirbt. Um zu wissen, wie der Infectionsstoff vom Blut aus wirkt, haben wir meist die intraperitoneale Einspritzung derselben Dosis Cultur hinzugefügt; sie hat nach unserer Erfahrung wesentlich denselben Effect, als die intravenöse, da die

Schnelligkeit und Vollständigkeit der Resorption des Virus in beiden Fällen fast die gleiche ist. Für die Virulenz haben wir so folgende Stufenleiter gefunden:

Subcutane Injection.	Peritoneale Injection.
Tod durch Septicämie in 1—5 Tagen	Septicämie mit regelmässig schnellerem Verlauf.
Tod in 5—15 Tagen oder Ueberstehen der Infection mit Zurückbleiben localer Veränderungen.	Tod durch Septicämie binnen 5 Tagen, selten später durch Peritonitis.
Nur locale Veränderungen dauernder Natur (Abscess, Ulceration).	Vorübergehende Erkrankung oder Mangel jeder merkbaren Reaction.
Locale Veränderungen vorübergehender Natur oder keine Reaction.	Mangel jeder merkbaren Reaction.

Um weiter jene Varietäten, die durch subcutane Injection Septicämie bewirken, nach ihrem Virulenzgrad zu gruppiren, konnte man sich nur in geringem Grade auf die Schnelligkeit stützen, mit welcher der Tod erfolgte, denn z. B. trat bei Kaninchen von gleicher Grösse, denen wir dieselbe Nr. 36 in Dosen von 0,5 resp. 5,0 ccm unter die Haut spritzten, der Tod in umgekehrter Folge ein, als wir erwarteten, bei jenem in 24, bei diesem in 48 Stunden. Besser wäre es gewesen für jede Spielart die minimale Menge, die von der Haut aus noch tötete, festzustellen. Das war aus äusseren Gründen nur für eine kleinere Zahl möglich. So konnten wir durch Plattencontrole für Nr. 58 und 79 constatiren, dass schon die kleinsten Spuren des Virus, nur wenige Diplokokken, sei es direct aus dem Blut, sei es aus frischen Culturen der ersten Generationen entnommen, genügten, um Kaninchen jeder Grösse mit Sicherheit zu töten. Für andere Spielarten waren bedeutend grössere Dosen erforderlich. Eine Vorsichtsmassregel ist bei diesen Bestimmungen nothwendig, wenn man constante Ergebnisse haben will: man darf nicht ohne Weiteres diejenige Minimaldosis, die man für den frisch isolirten Diplococcus findet, als das constante Maass seines Virulenzgrades betrachten, sondern man muss erst durch mehrmals wiederholte Uebertragung von Thier zu Thier die pathogenen Eigenschaften derselben auf das erreichbare Maximum bringen. Bei den von Anfang an virulenten Spielarten genügen schon wenige Generationen im Thier dazu, um dasselbe zu erreichen. Auf diese Weise hat Banti den sehr verschiedenen Virulenzgrad seiner vier Varietäten bestimmt. Für die letzte derselben giebt er an, dass die Dosis, die ursprünglich genügte, um Septicämie hervorzurufen, in den folgenden Uebertragungen gesteigert werden musste und schliesslich der Tod nicht einmal durch die grössten Dosen bewirkt werden konnte. Wir haben keine derartige Varietät beobachtet und halten es für wahrschein-

lich, dass die Ursache dieses abweichenden Resultates in der Methode lag. Es ist viel sicherer mit frischen Culturen zu arbeiten und nicht mit dem Blut des gestorbenen direct ein neues Thier zu inficiren, da die Zahl der in letzterem Organ vorhandenen und nicht abgestorbenen Bacterien erheblich schwankt. Die einmal gefundene Minimaldosis bleibt nach unseren Erfahrungen bei den fortgesetzten Uebertragungen mindestens die gleiche, ein Verlust der Virulenz im Thier findet nicht statt. Vorausgesetzt wird natürlich, dass man die Grenzen nicht zu eng fasst, sondern die verschiedene individuelle Empfänglichkeit der Kaninchen berücksichtigt.

Wenn es quantitative Unterschiede der Virulenz bei den einzelnen Varietäten giebt, so fehlt es auch nicht an qualitativen. Schon Klein (28), später Foà, und zuletzt Banti haben zwei oder gar vier Arten der Septicämie beschrieben, ohne indessen in allen Punkten übereinzustimmen. Wenn man den Befund bei Infectionen durch verschiedene Varietäten von Diplokokken, die in derselben Zeit und von der gleichen Eingangspforte aus zu einer gleich intensiven Septicämie geführt haben, mit einander vergleicht, so kann man folgende Unterschiede verzeichnen. Das Exsudat unter der Haut — wenn hier die Infection stattgefunden hat — kann mehr oder weniger reichlich sein, mehr oder weniger den serösen oder fibrinösen Charakter haben, je nach dem Virulenzgrade resp. der Menge der injicirten Mikroorganismen und der Individualität des Thieres. Oefters haben wir für eine und dieselbe Varietät, dieselbe Menge des Virus und gleiche Dauer des Processes sehr abweichende Resultate gehabt: z. B. ein erhebliches gelatinöses Oedem statt der üblichen fibrinösen Schwarte.

Die Beschaffenheit der serösen Häute, im besonderen des Peritoneums wechselt ebenso. Hier scheinen aber wirklich qualitative Differenzen in der pathogenen Eigenschaft der Diplokokken mitzuspielen. Bei intraperitonealer Injection ist fibrinöse Peritonitis bei einer Varietät die Regel, bei einer zweiten nicht (Banti). Die Häufigkeit der serösen Entzündung nach subcutaner Einspritzung unterliegt ebenfalls Schwankungen, die man nicht gut anders als durch specifische Einflüsse des Virus selbst erklären kann. Instructiv war für uns namentlich das Beispiel zweier schon in den kleinsten Mengen virulenter Varietäten Nr. 58 und 68, von denen der erstere unter sehr zahlreichen Experimenten häufig, die letztere dagegen kaum einmal Peritonitis hervorrief.

Am wichtigsten erschienen schon den früheren Autoren die Unterschiede in der Beschaffenheit der Milz. Man kann zwei Typen aufstellen: eine stark vergrösserte, harte Milz, die auf dem Durchschnitt meist ziegelroth und trocken erscheint und mikroskopisch Ausfüllung der venösen Räume durch ein dichtes Fibrinnetz zeigt: demgegenüber eine

kaum vergrösserte weiche, leicht zerreissliche Milz von dunkelrother Farbe, die in Schnitten das Vorhandensein von freiem und in Zellen eingeschlossenem gelbem und braunem Pigment in der Pulpa ergiebt. Wenn nun Varietäten existirten, welche nur Milzen von dem einen oder anderen Typus hervorbrächten, so hätten wir zwei scharfe Unterscheidungsmerkmale gewonnen. Dem ist aber nicht so. Erstens sind diese Charaktere nicht einmal für jede einzelne Varietät absolut constant, indem sie verschieden stark ausgeprägt sein, oder sich mit einander combiniren oder gar gegenseitig vertreten können. Foà und namentlich Banti haben zwar den Versuch gemacht, Gesetze für diese Unregelmässigkeiten zu formuliren. Wir reproduciren dieselben nicht, da wir sie nicht bestätigen können. Zweitens finden sich Spielarten, die der Regel nach einen gemischten Typus vertreten. Im grossen und ganzen wollen wir nicht bestreiten, dass die Beschaffenheit der Milz als ein differentielles Merkmal mit benutzt werden kann, aber namentlich die Versuche durch Verbindung dieses Charakters mit anderen morphologischen und Cultur-Merkmalen distincte Arten resp. Varietäten zu schaffen, müssen wir als künstlich betrachten. Aus den Angaben, die sich in unserer Tabelle finden, kann ersehen werden, dass kaum eine unserer Spielarten sich völlig mit einer der von Foà und Banti aufgestellten deckt. Die vierte Varietät des letzten Autors ist durch das Vorhandensein hyaliner nicht fibrinöser Thromben in der Milz und den übrigen Organen gekennzeichnet. Wir haben hyaline Schollen ab und zu in der Milz constatiren können, aber als ein inconstantes Vorkommniss.

Die Veränderungen, denen das pathogene Vermögen der Bacterien unterliegt, sind Abschwächung und Verstärkung desselben. Für unsere Mikroorganismen ist die erstere schon seit A. Fränkel bekannt. Auf dem Wege der Cultur in künstlichen Nährmedien macht der höchst virulente Diplococcus alle jene Grade der schwächeren Virulenz durch, welche als Eigenschaften der unter natürlichen Verhältnissen vorkommenden Varietäten oben besprochen wurden. Doch ist die Schnelligkeit, mit der das geschieht, sehr verschieden. Der Satz, dass ein Mikroorganismus um so länger relativ virulent bleibe, je grösser sein ursprüngliches pathogenes Vermögen gewesen sei, gilt nicht, wie wir mehrfach Gelegenheit hatten zu constatiren. Unter denjenigen, die ihre Virulenz am längsten behielten, ist Nr. 36 zu nennen, der noch in 49. Generation auf Agar in der subcutan beigebrachten Dosis von 2.5 ccm ein mittleres Kaninchen durch Septicämie tödtete. Andererseits war Nr. 32 schon in der 7. Generation nicht mehr im Stande, selbst vom Peritoneum aus den Tod zu erzielen, rief aber noch in der 45. Generation, subcutan injicirt, einen Abscess hervor. Auch die Culturen in Gelatine verlieren schnell

ihre Virulenz. Biondi hatte gefunden, dass der Diplococcus in Gelatine zwar langsamer wuchs, aber auch langsamer sein pathogenes Vermögen einbüsste. In mehreren unserer Versuche waren höchst virulente Varietäten schon nach einmonatlichem Aufenthalt in Gelatine frisch in Bouillon übertragen nur noch pyogen. Dagegen scheint sich das pathogene Vermögen bei Züchtung in hohen Agarschichten und bei höherer Temperatur auch ohne Uebertragung auf neuen Nährboden länger zu erhalten.

Nach den meisten Forschern soll das Alter der Cultur den Virulenzgrad sehr ungünstig beeinflussen und nur durch möglichst häufige Erneuerung einer schnellen Abschwächung vorgebeugt werden können. Ein Beweis dafür existirt unserer Ansicht nach bis jetzt nicht. Die Cultur kann eine schwächere Wirkung haben, ohne dass der Mikroorganismus selbst wesentlich abgeschwächt ist. Der Ausfall des Experiments hängt von der Zahl der in der Cultur noch lebenden Bacterien ab. Um ein Thier zu tödten, ist im Allgemeinen von jeder Varietät eine gewisse Menge von Individuen nöthig, nur bei sehr virulenten genügen wenige derselben. Wenn nun erstens nicht die wirksame Minimalmenge frischer Cultur bestimmt, und wenn zweitens nicht von der älteren Cultur eine entsprechend grössere Quantität, die ebensoviel lebende Bacterien enthält, zum Experiment benutzt wird, so ist ein Vergleich unstatthaft und also eine individuelle Abschwächung der in der alten Cultur vorhandenen Mikroorganismen unbeweisbar. Selbst wenn der Versuch aber, in dieser Weise angestellt, für eine Abnahme der Virulenz spräche, so wäre damit noch nicht gesagt, dass dieselbe in einer frischen Culturgeneration fortbestände, dass die Abschwächung also erblich wäre. Das müsste erst durch einen zweiten Versuch mit einer frischen, durch Uebertragung in neues Nährsubstrat gewonnenen Cultur festgestellt werden. Wir haben auf beide Weise experimentirt, aber nicht die Ueberzeugung gewinnen können, dass eine wesentliche individuelle oder gar erbliche Abschwächung der Diplokokken in alten Culturen erfolgt resp. dass dieselbe grösser wäre als diejenige, welche in derselben Zeit in täglich erneuerten Culturen vor sich geht. So haben wir z. B. einen Monat hindurch zwei Culturen desselben Ursprungs in Agar, von denen die eine täglich, die andere alle zwei Tage erneuert wurde, neben einander fortgeführt. Schliesslich wurden zwei Kaninchen von gleicher Grösse mit derselben Quantität (1 ccm) frisch davon hergestellten Bouilloncolturen subcutan inficirt. Während nach der geltenden Ansicht *b* hätte weniger virulent sein sollen, war es in der That *a*. Wir wollen daraus nicht den entgegengesetzten Schluss ziehen, dass es für die Erhaltung der Virulenz besser ist, möglichst lange mit der Uebertragung zu warten, aber die entgegengesetzte Theorie findet zum mindesten in dem Experiment keine Stütze. Die tägliche Erneuerung hat nach unserer

auch hier bestätigten Erfahrung den einen sicheren Vortheil, dass sie das Absterben der Cultur verhütet. Die nur alle zwei Tage erneuerte Cultur war dieser Gefahr in der That schon sehr nahe gekommen.

Dass in Nährböden von verschiedener Zusammensetzung die Abschwächung mit verschiedener Schnelligkeit vor sich geht, ist wahrscheinlich. Nach A. Fränkel fände sie besonders schnell in der Milch statt. Nach einem unserer Experimente besass der Diplococcus noch nach der zehnten, von Milch zu Milch gemachten Uebertragung in kleinster Dosis die Fähigkeit, Septicämie zu erregen.

Von A. Fränkel und ebenso von Biondi werden Versuche berichtet, die beweisen sollen, dass bei höherer Temperatur schnelle Abschwächung des Pneumoniecoccus eintritt. Wir können dieselben aus den schon oben angeführten Gründen nicht für beweisend erachten, indem die Autoren nicht hinreichend mit der Menge der bei dieser Temperatur noch lebenden Bacterien gerechnet haben. Wir selbst haben versucht, diese Experimente zu wiederholen. Aber es ist uns nur vorübergehend gelungen, ein Wachsthum der Diplokokken bei höheren Temperaturen zu erzielen. Das haben wir constatirt, dass, wenn Entwickelung eintritt, dieselbe ausserordentlich viel schneller erlischt als bei 37°, so dass also auch ohne die Annahme einer Abschwächung die Ergebnisse beider Forscher erklärlich werden.

Durch das Trocknen können gewisse Varietäten des Diplococcus längere Zeit conservirt werden. Nach Foà, Bordoni-Uffreduzzi und Guarnieri behalten sie, nach Patella verlieren sie dabei ihre Virulenz. Nach eigenen Versuchen tritt in der That das letztere früher oder später ein.

Eine wichtige Frage ist die, ob im thierischen oder menschlichen Organismus eine Abschwächung der Virulenz des Pneumoniecoccus erfolgt. Nach Banti fände eine solche im Körper der Meerschweinchen statt. Für andere Bacterien ist einerseits die Behauptung aufgestellt worden, dass in relativ immunen Thieren eine Abnahme ihres pathogenen Vermögens eintrete. Auf der andern Seite hat aber auch die Ansicht Vertretung gefunden, dass im weniger empfänglichen Thier eine Verstärkung der Virulenz erfolgen könne. Wir haben eine Reihe von Versuchen unternommen, um zu sehen, welche Veränderungen der Virulenz im Thierkörper zu erzielen sind. Erstens haben wir eine sehr virulente Varietät, von der schon die geringste Menge genügte, um Kaninchen mit Sicherheit zu tödten, durch 20 Meerschweinchen hindurchgeführt, indem wir meist aus dem Blut des an der Infection gestorbenen Thieres eine Bouilloncultur herstellten und die entwickelte Cultur in der Menge von 2 ccm auf ein neues Meerschweinchen subcutan übertrugen. Die Cultur in Bouillon war eine Nothwendigkeit, wenn sich nicht

genug Organ-Flüssigkeit zur directen Uebertragung von Thier zu Thier vorfand; im Uebrigen machten wir bald die Erfahrung, dass mit ihrer Zuhülfenahme die Fortpflanzung der Infection mit grösserer Sicherheit gelang. In der That hat Banti mit Uebertragung der Thiersäfte selbst keine guten Resultate gehabt. Auf diese Weise konnten wir mit einer Ausnahme (Nr. 7 der Serie) den Tod der Meerschweinchen stets in 2—5 Tagen erhalten. In jenem einen Fall überlebte das Thier. Am 7. Tage wurde die starke Geschwulst, die sich bei demselben nach der Injection am Unterleib entwickelt hatte, geöffnet und Agarplatten, sowie eine Bouilloncultur aus dem Exsudat angelegt. Auf den Platten kamen nur wenige Colonieen, die Bouilloncultur war nach 24 Stunden reif. Das 8. Meerschweinchen, das wie gewöhnlich mit 2 ccm derselben geimpft wurde, starb nach 2 Tagen an Septicämie, ebenso ein Hund, der dieselbe Quantität erhielt und ein Kaninchen, das mit einer Spur inficirt wurde. Bis dahin war also eine Veränderung der Virulenz nicht zu merken. Dieselbe blieb auch aus, als die Prüfung vom 20. Meerschweinchen aus wiederholt wurde. Weder war eine Verringerung, noch eine Verstärkung der Virulenz gegenüber Kaninchen, Hunden und Meerschweinchen selbst erzielt worden.

In einer Serie von 7 Hunden ergab sich ganz dasselbe Resultat. Die Infection konnte hier meist mit dem reichlich vorhandenen subcutanen Exsudat ausgeführt werden. Die Menge der Cultur, die nöthig war, betrug ebenfalls 2 ccm. Die Ergebnisse dieser beiden Versuchsreihen unterschieden sich durch nichts von denen einer dritten, die mit Kaninchen angestellt wurde.

Wenn hieraus sich ergiebt, dass unser Diplococcus, sobald er im Körper relativ immuner Thiere Gelegenheit findet, sich üppig zu entwickeln, nichts an Virulenz einbüsst oder gewinnt, so ist der Erfolg der Impfung aus dem Exsudat des 7. Meerschweinchens, welches die Infection überstand, ein Beweis dafür, dass auch in dem Falle, wann die Diplokokken im Begriff sind, im Thierkörper zu Grunde zu gehen, die noch überlebenden Individuen ihr pathogenes Vermögen nicht verlieren. Diese letztere Erfahrung haben wir weiter zu bestätigen gesucht, indem wir erstens, wie oben, in günstig verlaufenden Fällen die noch im Exsudat vorhandenen Mikroorganismen züchteten oder zweitens aus den ältesten Exsudattheilen gestorbener Thiere, in denen nach dem histologischen Befund ein Rückgang der Kokken anzunehmen war, einzelne Individuen isolirten und auf ihre Virulenz prüften. Das Resultat blieb immer das gleiche. Als beweisend führen wir noch einen Fall an, in welchem aus dem Körper eines 12 Tage nach der Infection verstorbenen relativ immunen Kaninchens durch Isolation von der Agarplatte ein Diplococcus von der alten Virulenz gewonnen wurde.

Bemerkt zu werden verdient, dass auch im Serum immuner Thiere, sei es, dass sich die Diplokokken darin entwickeln, sei es, dass sie darin mehr oder weniger schnell zu Grunde gehen, nach unseren Versuchen keine Abschwächung der Virulenz erfolgt.

An der Hand dieser Erfahrungen können wir die Verhältnisse, wie sie beim Menschen vorliegen, besser beurtheilen. Einerseits sind bei den verschiedensten Pneumoniekokken-Affectionen, ob sie günstig oder ungünstig verliefen, ob sie im regressiven oder progressiven Stadium sich befanden, in acuten und chronischen Fällen Diplokokken von grosser Virulenz schon nachgewiesen worden. Wir selbst haben dieselben in einem Empyem, das sechs Monate lang bestanden, in einem zweiten, das einen Monat alt war, in einem serösen Pleuraexsudat von zwei Monaten gefunden. Im letzteren behielten die Mikroorganismen sogar ihre Lebensfähigkeit und Virulenz noch ein Jahr lang ausserhalb des menschlichen Körpers (luftdicht conservirt, s. oben). Bei einem subacut verlaufenden Nasencatarrh war der Diplococcus nach drei Wochen noch ebenso virulent als beim Beginn der Erkrankung. Jedenfalls findet also eine Abschwächung des Pneumoniecoccus innerhalb des Organismus oftmals und unter den verschiedensten Verhältnissen nicht statt.[1] Andererseits haben wir aus einem serösen Pleuraexsudat (Nr. 81), das drei Monate alt war, auf Platten eine Varietät, die keine Spur von pathogener Wirkung besass, isolirt. Andere Autoren berichten auch über den Befund „abgeschwächter" Bacterien in älteren Processen. Nun wissen wir freilich nicht mit Sicherheit, welchen Grad der Virulenz der Pneumoniecoccus haben muss, um dem Menschen schädlich werden zu können. Indessen namentlich auf den Fall Nr. 81 gestützt, glauben wir annehmen zu dürfen, dass in der That nach längeren Zeiträumen innerhalb des Organismus eine wirkliche Abschwächung erfolgen kann, wie sie ausserhalb desselben die Regel ist.

Nun glauben aber auch viele Autoren, dass der Diplococcus in acuten Processen, die er verursacht, eine Verminderung seiner Virulenz nicht nur erfahren kann, sondern regelmässig erfährt. Namentlich Netter hat diese Ansicht zu stützen gesucht. Wir können die dafür angezogenen Beweise nicht gelten lassen, aus Gründen, die wir schon mehrfach entwickelt haben. Wenn man direct mit dem Sputum oder Exsudat aus verschiedenen Stadien der Pneumonie oder gar mit dem Speichel aus der Zeit der Reconvalescenz nach überstandener Krankheit experimentirt, so ist man nie sicher, wie viele lebende und virulente Diplokokken man injicirt, und ob es sich nicht anstatt um Abschwächung, um den Tod der

[1] Es hat sich dabei, was wir ausdrücklich bemerken wollen, nicht etwa um Spielarten gehandelt, die auch in künstlichen Nährböden ihre Virulenz länger behielten, als es gewöhnlich der Fall.

letzteren handelt. Dass in der pneumonischen Hepatisation die Mikroorganismen schnell zu Grunde gehen, ist ja eine sicher festgestellte Thatsache. Um so vorsichtiger muss man mit dem Schluss, dass eine Virulenzverminderung eintrete, sein, als man es im Speichel und Sputum sicher niemals, im pneumonischen Exsudat wahrscheinlich oft nicht mit einer einzigen Varietät des Pneumoniecoccus, sondern mit einem Gemenge verschiedener Varietäten zu thun hat. Für den Speichel und das Sputum im Allgemeinen ist diese Thatsache schon durch frühere im hiesigen Laboratorium durchgeführte Untersuchungen festgestellt und jetzt wieder bestätigt worden (Sputum III, IV, V, VI der Tabelle); für den pneumonischen Auswurf erbringen die Nr. XV, XVI, XVIII, XX, XXI und XXI bis, XXIV und XXIV bis, ter, quater, XXX und XXX bis unserer Tabelle den Beweis. Leider haben wir nicht genug Sectionsmaterial zur Verfügung gehabt, um denselben Satz auch für das pneumonische Exsudat durch ausgedehnte Belege zu stützen. Indessen bieten doch auch einzelne der in zwei Fällen aus hepatisirten Lungen isolirten Diplokokken (Nr. XL, XLI) hinreichende Unterscheidungsmerkmale, um sie als verschiedene Varietäten aufzufassen. Im Thierkörper haben wir in wiederholten Versuchen nie derartige Differenzen gefunden. In jedem Fall verdient diese für die Aetiologie der Pneumonie wichtige Frage ein weiteres Studium.

Die Varietäten, die sich im menschlichen Körper neben einander finden, können natürlich verschiedene Lebensdauer und verschiedene Virulenz haben. Wie wollen wir da unterscheiden, ob eine und dieselbe Varietät im Laufe des Processes einer Abschwächung unterliegt? Die Thierversuche sprechen entschieden gegen die letztere.

Wie von einer Verminderung, so hat man auch von einer Verstärkung der Virulenz der Bacterien gesprochen. Monti (29) hat für den Pneumoniecoccus die interessante Mittheilung gemacht, dass dessen Virulenz verstärkt werden könne, wenn er zu gleicher Zeit mit Producten des Proteus vulgaris empfänglichen Thieren eingeimpft werde. Unsere eigenen Versuche in dieser Richtung basirten auf zweierlei Erwägungen. Schon von früheren Forschern war angegeben, dass man den Pneumoniecoccus lange virulent erhalten kann, wenn man ihn nach einer kleineren Reihe (10) von Culturgenerationen wieder durch ein Thier hindurchführt. Das heisst im Grunde nichts anderes, als dass man durch Uebertragung auf ein empfängliches Thier den erlittenen Virulenzverlust ersetzen kann. Ferner liegt die alte Beobachtung von Pasteur vor, dass es durch Verimpfung auf sehr empfängliche (junge) Thiere gelingt, Bacterien auch für weniger empfängliche virulent zu machen. Auf der anderen Seite hatten wir oft die Erfahrung machen können, dass wenn kleine Dosen eines schwachen Virus

im Thierkörper überhaupt nicht zum Wachsthum kamen, sehr grosse sich stark vermehrten und sogar den Tod hervorriefen — ganz ähnlich wie geringe Mengen Impfmaterial in schlechter Bouillon einfach verschwanden, sehr bedeutende aber sich gut entwickelten. Es lag nahe, zu versuchen, den Effect, der durch einmalige Uebertragung grosser Dosen nicht erreicht werden konnte, durch fortgesetzte Verpflanzung grösster Mengen von einem empfänglichen Thier zum andern zu erzielen. In der That hatten wir gute Erfolge mit dieser Methode, wie die folgenden Fälle beweisen.

1. Einer grauen Maus wurde 1 ccm Bouilloncultur einer aus Urin gezüchteten, für Kaninchen in grössten Dosen gänzlich unschuldigen Varietät, Nr. 84, intraperitoneal injicirt. Da das Thier nicht starb, wurde es nach drei Tagen getödtet. Platten ergaben wenige Mikroorganismen im Blut, die Bouilloncultur zeigte ein flockiges Präcipitat von Diplokokken. — Mit einer dieser Flocken wurde eine zweite Maus subcutan inficirt; dieselbe starb nach drei Tagen, ohne dass man mikroskopisch Bacterien im Blut nachweisen konnte. Die Bouillon ergab eine Diplokokken-Reincultur, die jetzt gleichmässig getrübt war. — Mit dieser wurde eine grössere Menge Bouillon geimpft und einem kleinen Kaninchen 15 ccm derselben intraperitoneal und 5 ccm subcutan injicirt. Nach 24 Stunden starb dasselbe an intensivster Septicämie. — Ein Tropfen seines Blutes genügte, um ein zweites kleineres Kaninchen in zwei Tagen durch Septicämie zu tödten. Von letzterem wurde ebenfalls mit einem Tropfen ein mittelgrosses Kaninchen inficirt, das nach zwei Tagen erlag.

2. Einem kleinen Kaninchen wurden 4 ccm einer Bouilloncultur von der 75. Generation, Nr. 18, die in mittleren Dosen nur pyogen wirkte, subcutan injicirt. Tod nach fünf Tagen, eitrig fibrinöses Exsudat unter der Haut, im Blut sehr wenig Mikroorganismen durch Züchtung nachzuweisen. In Bouillon Diplokokken in langen Ketten. 8 ccm dieser Cultur wurden einem zweiten kleinen Kaninchen subcutan eingespritzt, das nach zwei Tagen an Septicämie starb. Ein drittes erlag durch Injection mit 0·2 ccm Blut nach drei Tagen, ein viertes durch einen Tropfen inficirt nach zwei Tagen, ein fünftes mittelgrosses an derselben Quantität in derselben Zeit, ebenso ein schönes grosses Kaninchen. Schon seit dem zweiten Thier vorwiegend Diplokokken in Bouillon.

3. 4 ccm der 88. Generation von Nr. 37 wurden einem kleinen Kaninchen unter die Haut gespritzt. Tod nach zwei Tagen. Unter der Haut fibrinöses Exsudat, im Blut wenige Diplokokken. Ein zweites Thier bekam 4 ccm der direct vom Blut geimpften Bouillon subcutan injicirt, starb nach zwei Tagen: derselbe Befund. Ein drittes Thier mit 4 ccm der Bouilloncultur aus dem Blut des vorhergehenden geimpft starb nach fünf Tagen mit mässiger Septicämie, fibrinöser Exsudation unter der Haut und im Peritoneum. Ein viertes, ebenfalls kleines Kaninchen erlag nach drei Tagen einer Infection mit 3 ccm Bouillon aus dem Blut des dritten. Ein fünftes starb nach zwei Tagen (2 ccm), ein sechstes nach einem Tag (zwei Tropfen Blut) u. s. w.

Einige andere Experimente, die ein ähnliches Resultat hatten, aber nicht so weit geführt wurden, lassen wir bei Seite. Man sieht, dass der Uebergang vom abgeschwächten in den virulenten Zustand mehr oder weniger allmählich stattfindet. Unser erstes Beispiel ist namentlich lehrreich, weil der geprüfte Diplococcus ursprünglich nicht die geringste Virulenz besessen hatte, während die anderen zwar auch erheblich abgeschwächt waren, aber doch noch gewisse pathogene Eigenschaften manifestirten. Es fragt sich jetzt, ob man mit Hülfe dieser Methode im Stande sein wird, in jedem Fall die alte Virulenz wieder herzustellen. Wir wollen einige Misserfolge, die wir mit anderen früher pathogenen Varietäten gehabt haben, nicht verhehlen, müssen es aber unentschieden lassen, ob man nicht mit Hülfe gewisser Modificationen doch zum Ziele kommen kann. Die Wichtigkeit der Frage bedarf keiner Beleuchtung.

Zugleich mit der Verstärkung, resp. Wiederherstellung der Virulenz kehren die ursprünglichen morphologischen und biologischen Eigenschaften zurück. Namentlich deutlich war das bei No. 68, die, wie oben verschiedentlich erwähnt, schon in kurzer Zeit eine erhebliche Variabilität an den Tag gelegt hatte, und bei der es in der 30. Generation noch leicht gelang, den alten Zustand zurückzurufen.

Der Gedanke, an Stelle des lebenden empfänglichen Thierkörpers die Säfte, z. B. das Blutserum desselben zu setzen, liegt nahe. Wir verfügen aber über keine Erfahrungen in Bezug hierauf.

Rückblick auf die Untersuchungen über die Variabilität des Diplococcus pneumoniae.

In den vorhergehenden Abschnitten haben wir für jede einzelne Eigenschaft die unter natürlichen Verhältnissen vorkommenden und die experimentell zu erzielenden Variationen besprochen und dabei nicht nur unsere eigenen Erfahrungen, sondern auch die der früheren Forscher möglichst berücksichtigt. Es hat sich da ein sehr buntes Bild ergeben. Wirklich distincte Varietäten aufzustellen, ist unmöglich. Selbst wenn wir eine specielle Gruppe herausgreifen, diejenigen Abarten, welche Septicämie verursachen, so bekommen wir zwar eine gewisse Summe gemeinsamer Charaktere — die zusammen das Bild des Diplococcus lanceolatus capsulatus ausmachen — aber doch auch zahlreiche Differenzen, die quantitative und qualitative Unterschiede der Virulenz, des Wachsthums, der Resistenz betreffen. Sind wir berechtigt anzunehmen, dass die grosse Masse der nicht oder weniger virulenten Varietäten von diesem Diplococcus lanceolatus capsulatus ihren Ursprung genommen hat? Diese Frage ist bis jetzt nicht ohne weiteres zu beantworten. Die Gründe, die seiner Zeit Hüppe (30) für die Anerkennung der virulenten Bacterien als Arten an-

geführt hat, gelten jetzt nicht mehr. Auch für einige andere pathogene Mikroorganismen sind in natürlichen Verhältnissen schon ganz analoge Formen gefunden, die keine eigentlich parasitäre Existenz führen, die keine pathogenen Eigenschaften haben. Freilich, wenn es gelingen sollte, wie es uns in einem Falle gelungen ist, allen noch so harmlosen Varietäten von Diplokokken auf experimentellem Wege die Virulenz zu geben, so wäre das Problem gelöst, man hätte die Verstärkung der pathogenen Eigenschaften als Rückkehr zu dem ursprünglichen Typus zu betrachten.

Ein Umstand, wodurch die Variabilität der Diplokokken ein erhöhtes Interesse gewinnt, ist die Richtung, in der sie erfolgt und welche den Pneumoniecoccus in die nächste Nähe der eigentlichen sog. Streptokokken des Erysipels, der Eiterung und der Pneumonie führt. Es liegt nicht im Bereich unserer gegenwärtigen Aufgabe, die Beziehungen, die hier bestehen, des näheren zu erörtern. Es wird das mit grösserem Nutzen geschehen können, wenn auch die Varietätenbildung der eigentlichen Streptokokken eine ausführliche Bearbeitung [1] gefunden haben wird. Wie es scheint, besteht für diese letztere Gruppe ein ähnlich virulenter Typus im Diplococcus pyogenes Pasquale, wie für die von uns behandelten Varietäten im Diplococcus lanceolatus capsulatus. Es ist nicht zu leugnen, dass die durch die Variabilität des Pneumoniecoccus sich ergebende Verwandtschaft zu den Streptokokken auf den Ursprung aller dieser Bacterien von einer einzigen, wahrscheinlich saprophytischen Streptokokkenform hinweist.

Als eine praktische Folgerung ergiebt sich, dass wir nicht in jedem Fall, wenn wir einem Mikroorganismus begegnen, der die morphologischen und Culturmerkmale des Streptococcus pyogenes trägt, denselben ohne Weiteres als eine Varietät des Letzteren auffassen dürfen. Eine Reihe der von uns bis jetzt fortgezüchteten sicher vom Pneumoniecoccus abstammenden Varietäten beweist dies.

Dass eine Reihe der bisher oft zur Differentialdiagnose benutzten Merkmale, wie z. B. Kettenbildung, Milchcoagulation, Art des Wachsthums in Bouillon von ihrer Bedeutung als constante Charaktere viel einbüssen, daran wollen wir hier nur erinnern.

In wie weit die von uns für die Verhältnisse der Abschwächung und Verstärkung des pathogenen Vermögens bei den Diplokokken gewonnenen Resultate auf andere Bacterien Anwendung finden können, muss speciellen Studien überlassen bleiben.

---

[1] Im hiesigen Laboratorium sind schon seit geraumer Zeit Untersuchungen darüber im Gange, die aber leider wieder eine Unterbrechung erfahren haben. Hoffentlich wird bald Näheres berichtet werden können. Die Arbeit v. Lingelsheims bietet einen sehr erwünschten Beitrag. K.

II. Bedingungen und Verlauf der Diplococcusinfection.

Auf vier Hauptpunkten beruht der Erfolg einer Infection: auf der Individualität des inficirten Organismus, auf der Virulenz der Bacterien, auf deren Menge und auf der Eintrittspforte des Virus. Wir sagen Individualität, nicht Empfänglichkeit; denn der Begriff der Empfänglichkeit gegen eine bestimmte Infection ist kein absoluter. Häufig wird dasjenige Thier das empfänglichste genannt, das am leichtesten einer Infection mit dem schwächsten Virus erliegt. Man hätte mehr Recht, höchste Empfänglichkeit denjenigen Zustand zu nennen, der das üppigste Wachsthum des Infectionsstoffes in der kleinsten Dosis gestattet. Beides correspondirt durchaus nicht immer mit einander. Der letale Effect hängt eben auch, wenn man von allen übrigen Verhältnissen absieht, von der absoluten Grösse des Thieres und von dem Verhältniss der Menge des Virus zum Körpergewicht ab. Von den meisten Autoren wird der Maus die grösste Empfänglichkeit gegenüber dem pneumonischen Gift zugeschrieben. In der That gelingt es durch grosse Dosen mit sehr abgeschwächtem Virus noch eine septicämische Infection bei derselben zu erzielen. Auf der anderen Seite haben wir aber oft die Erfahrung gemacht, dass wenn wir Mäuse und Kaninchen mit derselben minimalen Quantität eines virulenten Diplococcus inficirten, letztere eher und sicherer starben als erstere. Das Meerschweinchen stirbt subcutan inficirt meist in derselben Zeit und nach derselben Dose wie der Hund, vom Peritoneum aus geimpft dagegen viel schneller und leichter.

Wie man sieht, kann man daher die Empfänglichkeit verschiedener Thiere und namentlich Species immer nur für eine bestimmte Intensität und Menge des Virus und einen bestimmten Modus der Infection mit einander vergleichen.

Wir beginnen beim Kaninchen, als einem Thiere, das für die Diplokokkeninfection ausserordentlich empfänglich ist und wegen seiner bedeutenden Grösse besser als die Maus die näheren Vorgänge zu studiren erlaubt. Für die Kaninchen gilt im Allgemeinen der Satz: je jünger resp. kleiner das Thier, desto grösser die individuelle Disposition gegenüber dem Pneumoniecoccus. Junge reagiren auf dieselben Dosen von wenig virulenten Diplococcen noch, wenn alte Kaninchen es nicht mehr thun, jene sterben durch Septicämie, wenn diese nur örtliche Erkrankungen davontragen. Unter den Thieren derselben Grösse können ebenfalls erhebliche Differenzen der Empfänglichkeit bestehen, die übrigens je nach dem Virulenzgrade der Bacterien verschieden deutlich sind. Sehr virulente Varietäten wie Nr. 58 und 68 tödten auch in kleinsten Mengen die inficirten Kaninchen ausnahmslos durch Septicämie. Die Individuen

unterscheiden sich nur dadurch, dass sie — Impfung an entsprechender Körperstelle vorausgesetzt — früher oder später sterben. Die Ursache davon muss zum Theil in dem verschiedenen Widerstand des Organismus gegen die Vergiftung, welche den Tod bewirkt, gesucht werden. Gewöhnlich erfolgt der Tod zwar erst dann, wenn das Blut reichlich mit Bacterien bevölkert ist; in seltenen Fällen jedoch, besonders bei geschwächten Individuen, schon früher, wenn die Bacterien sich eben erst im Blut zu zeigen beginnen. Die wesentlichste Ursache des früheren oder späteren Untergangs der Thiere liegt aber in der verschiedenen Wachsthumsenergie, welche die Diplokokken in den einzelnen Individuen entwickeln. Das wird klar, wenn wir uns die Entstehung der Septicämie vergegenwärtigen. Durch zahlreiche Untersuchungen ist von Wyssokowitsch u. A. festgestellt und auch von uns für den Pneumoniecoccus bestätigt worden, dass virulente oder nicht virulente Bacterien, auch in colossalen Mengen ins Blut eingespritzt, aus demselben in kurzer Zeit verschwinden, einfach auf mechanische Weise, indem sie in den Capillaren der Organe, die wie ein Filter wirken, festgehalten werden. Das wird natürlich mit denjenigen Diplokokken, die im Stadium der Septicämie im Blute circuliren, auch geschehen. Die Septicämie bleibt aber trotzdem bestehen, indem aus den Organen, die von den Bacterien durchwachsen sind, immer wieder ebensoviel und mehr Individuen in das Blut übergehen, als auf der anderen Seite abgelagert werden. Der Beginn der Septicämie fällt mit dem Moment zusammen, in welchem das Wachsthum der Bacterien den venösen Theil des Capillarsystems der Organe überschreitet. Es entspricht dieser Vorgang unserer Ansicht nach ziemlich genau demjenigen Process bei der Wasserfiltration, der als Durchwachsenwerden des Filters bekannt ist. Wie die Bacterien im filtrirten Wasser erst nach längerer Zeit, ziemlich plötzlich, in rapid wachsender Zahl auftreten, so entwickelt sich auch die Septicämie, wie fremde und eigene Untersuchungen lehren, erst in der letzten Zeit vor dem Tode aber dann reissend schnell. Wie im Filtrat diejenigen Bacterien am schnellsten erscheinen, die am besten das Filter zu durchwachsen vermögen, so erfolgt die Septicämie am frühesten dort, wo die Diplokokken in den Organen den besten Nährboden finden.

Das mit der steigenden Zahl der ins Blut gelangenden Bacterien die Schnelligkeit des tödtlichen Ausganges bei Gleichheit der übrigen Bedingungen zunehmen wird, versteht sich nach dieser Darstellung von selbst. So erklärt sich einerseits die promptere Wirkung der grossen Dosen und andererseits die Verschiedenheiten, die sich bei Injectionen an verschiedenen Körperstellen ergeben. Die intraperitoneale und intravenöse Einverleibung lässt keine abschätzbare Differenz erkennen, auch die

erstere scheint eine schnelle und vollständige Resorption des Virus zu gewährleisten. Besonders für kleinste Dosen besteht dagegen ein entschiedener Unterschied zwischen der subcutanen und intravenösen Impfung. Die erstere führt in 2—5, die letztere in 1—3 Tagen den Tod herbei.

Ist die Virulenz der Diplokokken weniger bedeutend, so treten die individuelle Disposition der Kaninchen, der Einfluss der Dosis und der Wahl der Injectionsstelle, in dem Endeffect der Infection deutlicher hervor. Das eine Thier stirbt bei gleicher Applicationsstelle an einer Dosit, die ein zweites von derselben Grösse nur krank macht. Namentlich bei einer langhaarigen Rasse von Kaninchen haben wir eine erheblich geringere Empfänglichkeit beobachtet. Die Verschiedenheit der Dosis macht sich in demselben Sinne bemerklich. Bei Varietäten von mittlerer Virulenz pflegt erst von einer gewissen Menge injicirter Cultur an der Tod aller Kaninchen mit Sicherheit hervorgerufen zu werden. Ist die Menge geringer, so erfolgt zwar noch bei einigen Individuen innerhalb 5 Tagen der Tod durch Septicämie, bei anderen vermögen sich die Bacterien aber in den Capillaren der Organe, in die sie nothgedrungen früher oder später durch Resorption gelangen, nicht hinreichend oder überhaupt nicht zu vermehren, wohl dagegen können sie sich an einigen Stellen des Körpers, wo sie injicirt worden sind oder später hingelangen, entwickeln, wenn die Verhältnisse dort ihrer Entwickelung günstig sind, nämlich vor allem in der Haut, auch in den Lungen und Pleuren, und unter Umständen im Peritoneum. Es erfolgt also in diesem Falle nur eine Localisation der Diplokokken, die freilich durch die chronische Vergiftung des Organismus, oder durch die Störung wichtiger Functionen, die sie mit sich bringt, noch tödtlich enden kann, aber wenn der Tod nach dem fünften oder sechsten Tage eintritt, niemals mehr mit einer wirklichen Septicämie einhergeht. Geht man bei Bemessung der Dosis noch tiefer herab, so kommen bei allen Kaninchen nur diese örtlichen Affectionen von verschiedener Intensität zum Vorschein.

Einen ähnlichen Einfluss, wie die Menge des Virus und die Empfänglichkeit der Versuchsthiere, hat die Wahl der Impfstelle auf den Verlauf der Infection. Es scheint die Schnelligkeit und Vollständigkeit der Resorption des Virus in's Blut hier ausschlaggebend zu sein. So tödten gleiche Dosen intravenös oder intraperitoneal applicirt noch Kaninchen durch Septicämie, die bei subcutaner Einverleibung nur Localisationen bedingen. Intrapulmonale Einspritzungen scheinen in der Mitte zu stehen, intratracheale haben eine viel schwächere Wirkung als subcutane.

Bei noch geringerer Virulenz der Diplokokken gelingt es mit den gewöhnlichen Dosen schliesslich auch nicht einmal bei sehr empfänglichen (z. B. jungen) Kaninchen oder bei directer Injection ins Blut (Peritoneum)

Septicämie hervorzurufen. Dann bilden die örtlichen Veränderungen und gewisse allgemeine Symptome wie Fieber, Schwäche u. s. w. die einzigen Manifestationen der Krankheit. Letztere können aber schon gänzlich in den Hintergrund treten, wenn erstere noch sehr ausgesprochen sind. Die verschiedene individuelle Disposition der Thiere, die verschiedene Menge des Virus zeigt sich in der variablen Ausdehnung des localen Processes. Bei verschiedener Wahl der Infectionsstelle finden sich hingegen Unterschiede, die auf den ersten Blick paradox erscheinen: Gleiche Mengen von Culturen, die subcutan einen Abscess bedingen, bewirken intraperitoneal (intravenös) injicirt nicht die geringste Erkrankung, während bei höherer Virulenz der Bacterien umgekehrt der letztere Weg der für das Thier weit gefährlichere ist. Die Erklärung liegt offenbar darin, dass die schnellere und vollständigere Resorption die Diplokokken in beiden Fällen aus dem Peritoneum dem Blute zuführt, dass es aber nur bei grösserer Virulenz derselben in den Capillaren der Organe zu einer Vermehrung kommt. Es ist durchaus nicht nöthig anzunehmen, dass das Gewebe der Serosa an sich den abgeschwächten Bacterien einen schlechteren Nährboden biete als die Haut, denn auch die virulenten vermehren sich nicht regelmässig auf derselben, sondern die Eigenschaft der Resorptionsfähigkeit der Serosa ist es, die in dem einen Fall dem Thier zum Vortheil, in dem andern zum Nachtheil gereicht. Wir sind fernerhin auch nicht zu der Ansicht gezwungen, dass das Blut an sich den abgeschwächten Diplokokken gegenüber einen ungünstigeren Culturboden vorstellt als das subcutane Gewebe; das quantitative Missverhältniss, in welchem die durch directe Einspritzung in den Kreislauf gelangten Bacterien zu der ganzen Blutmenge stehen, dürfte hinreichend das Ausbleiben einer Entwickelung derselben begründen. Die gleiche Dosis in die Unterhaut eingeführt steht unter ungleich günstigeren Bedingungen, weil sie auf einen relativ viel kleineren Raum beschränkt bleibt. Wenn wir dieselbe Menge Cultur hinreichend verdünnt und in fractionirten Dosen auf grössere Hautstrecken vertheilen, erfolgt keine Spur einer Reaction von Seiten des Gewebes. Wenn wir andererseits sehr grosse Mengen von Diplokokken, die von der Haut aus nur pyogen wirken, ins Blut einspritzen, sehen wir auch eine gewisse Vermehrung derselben nicht ausbleiben, und unter Umständen echte Septicämie eintreten. Es wird dadurch wieder bewiesen, von welch kardinaler Bedeutung die Berücksichtigung der quantitativen Verhältnisse ist. Während die virulentesten Diplokokken schon in Spuren ins Blut geimpft, darin zu üppigster Vermehrung kommen, werden mit Abnahme des pathogenen Vermögens immer grössere Dosen nöthig, um denselben Grad der Entwickelung zu erzielen. Kleinere Mengen gehen dann entweder zu Grunde, ohne sich überhaupt zu vervielfältigen — dann fehlt jedes

Symptom der Krankheit; oder es findet eine mässige Vermehrung statt, dieselbe führt aber nicht bis zur Septicämie, sondern verursacht nur vorübergehendes Kranksein mit Fieber, Abgeschlagenheit, Abmagerung. Bis zu welchem Grade sich ähnliche Beziehungen zwischen der Virulenz der Bacterien und ihrem Wachsthum in extravasculärem Blut nachweisen lassen, wird im folgenden Kapitel erörtert werden.

Ueber den klinischen Verlauf und den anatomischen Befund der Diplokokkensepticämie sind schon von den früheren Autoren ausführliche Darstellungen gegeben worden. Fieber haben wir bei keiner Form ganz vermisst, im einzelnen aber soviele Unregelmässigkeiten gefunden, dass von einem typischen Verlauf derselben nicht die Rede sein kann. Es kann bis fast zum Tode bestehen oder schon längere Zeit vorher einer oft subnormalen Temperatur Platz machen. Diarrhoe ist ein sehr häufiges, aber auch nicht constantes Symptom, auch wenn die Krankheit von einer und derselben Varietät des Pneumoniecoccus bedingt ist. Im gestorbenen Kaninchen ist eigentlich nur ein Befund constant: die Diplokokken im Blut und in den Organen. Aber auch ihre Menge variirt, wohl mehr weil die Thiere früher oder später an der Vergiftung durch die Produtce der Bacterien sterben, als weil die Intensität des Wachsthums der letzteren eine verschiedene wäre. Etwas anderes ist es, wenn überhaupt keine eigentliche Vermehrung der Diplokokken im Blut eingetreten ist. Diese Fälle gehören dann nicht zur Septicämie und haben einen meist langsameren Verlauf. Relativ beständig ist die Affection des Dünndarms, der meist reichlich mit Flüssigkeit gefüllt ist. In einer gründlichen Arbeit hat Bernabei die fast constante Anwesenheit von Diplokokken im Darminhalt nachgewiesen. In einem Fall wurde uns diese Thatsache ad oculos demonstrirt, indem durch ein nicht desinficirtes Thermometer, welches zur Messung der Rectumtemperatur von Kaninchen benutzt wurde, eine Uebertragung der Infection von einem kranken auf ein gesundes Thier erfolgte. Auch mikroskopisch lassen sich die Diplokokken im Darminhalt nachweisen, Blutungen in das Lumen des Darms haben auch wir nur ausnahmsweise gefunden. Von demselben Autor wird berichtet, dass in der Galle die Mikroorganismen fehlen. Nach Pasteur wären sie im Speichel, nach Foà und Bordoni-Uffreduzzi in der Milch vorhanden. Letztere Autoren haben, wie wir selbst mehrfach, den Uebergang der Diplokokken auch auf den Fötus constatirt. Im Urin haben wir sie öfter gefunden, obwohl uns ihr Nachweis in den Harnkanälchen nie gelungen ist. Die Nierenepithelien finden sich häufig im Zustand parenchymatöser Trübung, die Capillaren der Glomeruli sind öfter mit denselben Fibrinmassen erfüllt, die wir reichlicher in der Milz finden. Hyaline Veränderungen derselben (Foà und Bordoni-Uffre-

duzzi) haben wir nie gesehen. Von der Milz wurde schon im vorigen Kapitel berichtet, welchen mannigfachen Differenzen in der Grösse, Farbe, Consistenz und im mikroskopischen Befund man hier begegnet. Leider weiss man bisher noch nichts über die näheren ursächlichen Verhältnisse, die sie bedingen. In einem Falle einer höchst acuten Septicämie war eine Ruptur der Milz mit reichlicher Blutung ins Peritoneum vorhanden. Bei subcutaner Infection findet sich stets ein serösfibrinöses Exsudat unter der Haut, dessen Ausbildung mit der Menge des Virus und der Dauer der Affection zunimmt. In den Gelenken haben Foà und Bordoni-Uffreduzzi manchmal halbeitrige Exsudate gesehen, ohne dass eine directe Infection derselben vorgelegen hätte. Die serösen Häute, besonders das Peritoneum, sind häufiger erkrankt, und zwar dürfte das bei gewissen Varietäten von Diplokokken besonders oft vorkommen. Die Regel ist es aber nicht einmal bei directer Einverleibung der Bacterien ins Peritoneum. Es scheint darnach, als ob eine Vorbereitung des serösen Gewebes dazu nöthig wäre, um den Mikroorganismen ein Haften und Wachsen möglich zu machen. Eine solche liesse sich z. B. denken als durch kleine Blutungen erfolgend, die von einigen Varietäten mit grösserer Leichtigkeit hervorgerufen würden. In der That sieht man häufig hämorrhagische Beimengungen im Exsudat. Eine ähnliche Erklärung finden vielleicht jene Fälle von Peritonitis, die einen chronischen Verlauf und einen eitrigen Charakter haben. In einer ganzen Reihe von Fällen haben wir solche nach subcutaner Injection schwächer wirkender Diplokokken, nie nach directer Einspritzung derselben ins Peritoneum entstehen sehen. Der zu gleicher Zeit bestehende Process unter der Haut des Bauches dehnte sich bis zur Serosa aus und konnte auf diese Weise auch letztere in Mitleidenschaft ziehen. Wir wollen an dieser Stelle nur an die ähnlichen Anschauungen erinnern, die von Grawitz für die Entstehung der Peritonitis durch Staphylokokken und Streptokokken geltend gemacht worden sind. — Die Veränderungen, die sich bei der Septicämie in den Lungen finden, beschränken sich auf gleichmässige Hyperämie derselben oder vereinzelte hämorrhagische Herde. Bei directer Injection in die Lunge kommen entzündliche Processe dazu, die mikroskopisch manchmal eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Befunde bei menschlichen Pneumonieen haben, makroskopisch aber mehr unregelmässigen katarrhalischen Pneumonieen als den echten Hepatisationen ähneln. Ein Ausnahmefall ist jener von Weichselbaum (4c) nämlich eine doppelseitige lobäre Lungenentzündung, die sich im Laufe von 6 Tagen nach Impfung eines nicht sehr starken Virus ins Peritoneum entwickelt hatte. Es besteht zwar noch die Angabe von Monti, nach welcher sich durch intratracheale Injection bestimmt abgeschwächter Diplokokken constant typische fibrinöse Pneumonieen er-

zeugen liessen, aber ohne dass eine nähere Beschreibung des Befundes gegeben wäre. Bis jetzt liegen keine Bestätigungen vor. Uebrigens eignet sich das Kaninchen wegen seiner Kleinheit doch recht schlecht zur Reproduction einer Krankheit wie der fibrinösen Pneumonie, deren wesentlichster Charakter in der Art ihres Fortschreitens über grössere Flächen liegt.

Mit der Beschreibung der pneumonischen und peritonitischen Processe haben wir schon zum Theil in das Gebiet jener Localisationen, die von weniger virulenten Diplokokken verursacht werden, übergegriffen. Die letzteren verlaufen ohne Septicämie und langsamer, oft chronisch; früher oder später, meist aber zwischen 5 und 15 Tagen, kann hier noch der Tod eintreten. In einem Falle eitriger Peritonitis erfolgte derselbe erst nach 6 Wochen. Interstitielle, productive Prozesse, wie sie Foà und Bordoni-Uffreduzzi, sowie Guarnieri aus der Lunge beschreiben, haben wir nie angetroffen, wir halten dieselben, weil die übrigen örtlichen Erkrankungen ein durchaus davon verschiedenes einheitliches Gepräge haben, mehr für seltene Ausgänge von eigentlichen Diplococcusaffectionen, als für directe Reactionen auf Wucherungen der Diplokokken im thierischen Körper. Unsere Mikroorganismen sind nämlich im Zustand schwächerer Virulenz typische Eiterungserreger. Man kann im allgemeinen sagen, dass der Pneumoniecoccus, wenn er nicht mehr im Stande ist Septicämie zu erregen, im subcutanen Gewebe des Kaninchens Abscesse, und unter Umständen in den serösen Höhlen Eiteransammlungen erzeugt. Die Dosis, die dazu gehört, hängt von dem Grade der Abschwächung des Diplococcus ab und schwankt deswegen sehr. Bei Varietäten, die in mittleren Mengen noch Thiere durch Septicämie tödten, wirken kleinere Mengen pyogen, bei anderen wieder gehören grosse Gaben z. B. 2—4 ccm dazu, auch nur ganz kleine Abscesse hervorzurufen. Es finden sich hier, wie wir schon so oft für Diplokokken höherer Virulenzstufen auseinandergesetzt haben, alle Grade der Intensität des pathogenen Vermögens vertreten. Auffallend ist es, dass die früheren Autoren diese höchst ausgesprochene pyogene Eigenschaft des Pneumoniecoccus übersehen haben. Es finden sich nur Andeutungen darüber in der Litteratur. So wird von verschiedenen Seiten berichtet, dass bei spät gestorbenen Thieren sich an der Stelle der Impfung eine käsige Masse gefunden habe — nichts anderes als ein eingedickter Abscess. Guarnieri glaubt, dass die Diplokokken die Mitwirkung eines mechanischen Reizes, wie ihn z. B. eine Federspule im subcutanen Gewebe ausübt, zur Hervorrufung eines pyogenen Effectes nöthig haben. Die Grösse der Abscesse, wenn sie nicht schon früh ulceriren, schwankt zwischen der einer Erbse und einer grossen Nuss. Ihre Entwickelung ist eine langsame und kaum von Allgemeinerschei-

nungen begleitet. Wenn man 5—8 Tage nach der Impfung den vollendeten Abscess untersucht, so findet man mikroskopisch oft nur noch spärliche Mikroorganismen vor, durch die Cultur sind dieselben der Regel nach noch später nachzuweisen. Daraus dürfte schon als wahrscheinlich folgen, dass auch hier die Eiterung durch die absterbenden Bacterien bedingt ist (Buchner). Die bisher von uns angestellten Experimente genügen zwar nicht, um das direct zu beweisen. Filtrirt rufen die Culturen in grössten Mengen keine Eiterung hervor, aber ebenso wenig, wenn sie durch Kochen sterilisirt sind. Auch durch Ausziehen der von 500 Agarculturen gesammelten Cadaver mit Alkali in der Wärme konnten wir keinen pyogenen Stoff erhalten. Dagegen ergaben die mit Hülfe von Capillaren am Kaninchenohr angestellten Versuche für eine ganze Reihe von virulenten und pyogenen Varietäten das Vorhandensein einer starken positiv chemotactischen Wirkung (s. Kapitel über Immunität).

Im Anschluss hieran sollen die vorläufigen Experimente, die wir gemacht haben in der Absicht, das bei der Diplokokkensepticämie wirksame Gift zu isoliren, eine kurze Besprechung finden. Um uns zu vergewissern, ob ein solches in Culturen gebildet werde, griffen wir zuerst zu dem naheliegendsten Mittel — der directen Injection gutentwickelter Culturen. Einem Meerschweinchen von 250 ^{gr} wurden im Laufe von 2 Stunden 40 ^{ccm} Bouillon, in der sehr virulente Diplokokken gewachsen waren, in die Bauchhöhle eingespritzt. Ausser einer gewissen Apathie bemerkten wir kein hervorstechendes Symptom. Das Thier starb natürlich nach 15 Stunden an Septicämie. Hierdurch war schon sehr zweifelhaft geworden, ob ein acut wirkendes starkes Gift in Bouillon gebildet würde. Indessen die Ergebnisse Bonardi's, der ein sehr giftiges Alkaloid eben daraus dargestellt hatte, ermuthigten zu weiteren Versuchen in derselben Richtung. 150 ^{ccm} gewöhnlicher guter Fleischpepton-Bouillon wurde mit virulenten Diplokokken geimpft, 3 Tage im Brutofen gelassen und nach Controle ihrer Reinheit bei 37° im Vacuum auf den zehnten Theil ihres Volumens concentrirt. Ein Kaninchen von 700 ^{gr}, das diese Flüssigkeit subcutan injicirt erhielt, zeigte keine Krankheitserscheinungen und blieb leben. An der Impfstelle bildete sich ein kleines Knötchen, das ulcerirte. Hier wie in der eingespritzten Flüssigkeit waren keine lebenden Bacterien nachweisbar. Auch Culturen des Diplococcus in Ascitesflüssigkeit erwiesen sich bei 60° sterilisirt, in Dosen von 40 ^{gr} unschädlich. Da uns hierdurch die Bildung eines Giftes in Culturen zweifelhaft geworden war, wandten wir uns direct zu Versuchen mit dem Blut septicämischer Kaninchen, in welchem es unzweifelhaft vorhanden sein musste. Die beste Methode wäre es wohl gewesen septicämisches Blut coaguliren zu lassen, das abgeschiedene Serum zu sammeln und zu verarbeiten. Ein sehr grosses

Thiermaterial wäre dazu nöthig gewesen; wir wendeten darum folgende Methode an, die uns erlaubte ohne weitere Opfer unser zu anderen Zwecken dienendes Material nebenbei auszunutzen.

Aus den frischen Leichen der zahlreichen im Laufe von Monaten zur Section kommenden septicämischen Kaninchen wurde das flüssige Blut unter aseptischen Cautelen in Petri'schen Schalen gesammelt, in dünner Schicht bei 37° getrocknet und bei gewöhnlicher Temperatur aufbewahrt. Das Trocknen war in 12 Stunden meist vollendet. Auf diese Weise sammelten wir über 50 gr trockenes Blut, was etwa der gesammten Blutmenge von 4 mittelgrossen Kaninchen entsprechen würde. Dieses Material wurde fein pulverisirt und mit saurem Alkohol einige Stunden stehen gelassen. Der alkoholische Auszug wurde auf Alkaloide verarbeitet, d. h. bei 60—70°, aber nicht bis zur Trockne eingedampft; der Rückstand mit etwas Wasser gelöst, mit Bleiacetat versetzt, filtrirt, durch einen Schwefelwasserstoffstrom vom Blei befreit, wieder filtrirt, der Schwefelwasserstoff durch Erwärmen entfernt, die Flüssigkeit mit etwas Salzsäure eingeengt, mit grossen Mengen Alkohol ausgezogen; dieser Auszug wurde eingedampft und mit verschiedenen Reagentien auf Alkaloide geprüft. Nur mit Phosphorwolframsäure erfolgte ein Niederschlag. Injectionen bei Thieren waren resultatlos. Das durch die Alkoholbehandlung coagulirte Blut wurde andererseits mit Chloroformwasser einige Stunden lang bei 37° ausgezogen (100 gr Wasser auf 52 gr Blut). Von der durch Filtration mittels der Luftpumpe erhaltenen Flüssigkeit wurden 6 gr, die etwa 17·5 gr flüssigen Blut entsprechen, einem Meerschweinchen von 250 gr in die Bauchhöhle eingespritzt. Schon nach kaum einer Minute fiel das Thier um, und blieb während etwa einer halben Stunde ohne jede willkürliche Bewegung. Die Pupille war zuerst erweitert, reagirte dann aber langsam, Lidreflex war vorhanden, die Respiration oberflächlich, beschleunigt. Bald begannen sich klonische Krämpfe, und zwar zuerst an den Hinterbeinen zu zeigen. Dieselben verbreiteten sich über den ganzen Körper (Trismus, Opisthotonus) und hielten etwa eine Stunde lang an. Darnach erholte sich das Thier langsam und war am folgenden Tage ohne jedes Zeichen von Erkrankung. Ein zweites Meerschweinchen reagirte genau ebenso. Ein Kaninchen von 700 gr zeigte auf dieselbe Dosis nur kurze Zeit dauernde Schwäche und Lähmung, keine Krämpfe. Der Rest des uns bleibenden wässrigen Blutauszugs wurde mit viel Alkohol versetzt, 18 Stunden stehen gelassen und der Niederschlag nach Filtration von neuem in Chloroformwasser gelöst. Die gut ausgepumpte Lösung zeigte in Dosen, die den früheren entsprachen, sehr viel schwächere Wirkung. Aber eine Maus erlag an $1^1/_2$ ccm unter opisthoklonischen Krämpfen in wenigen Minuten. In einem zweiten Experiment, zu dem wir 7·5 gr frisch ge-

trockneten Bluts von septicämischen Kaninchen verwandten, erhielten wir genau dieselben Resultate wie das erste Mal.

Diese Versuche beweisen jedenfalls, dass ein bestimmt charakterisirtes Gift im Blute von Kaninchen, die an der Diplokokkensepticämie gestorben sind, vorkommt, das nicht in die Classe der Ptomaine, sondern wahrscheinlich zu den sog. Toxalbuminen gehört. Die beschriebene Symptomenreihe wurde beim Meerschweinchen durch Gaben hervorgerufen, welche aus einer seiner eigenen gesammten Blutmenge entsprechenden Quantität Kaninchenblut gewonnen waren. Leider haben wir nicht feststellen können, wie gross die tödtliche Dosis für Meerschweinchen war. Sehr weit können wir aber davon nicht mehr entfernt gewesen sein. Angenommen, wir hätten das wirksame Gift in Händen gehabt, so müssten sich noch die von uns experimentell hervorgerufenen Vergiftungserscheinungen mit denen die beim septicämischen Thier beobachtet werden, vereinen lassen. Es ist das bis jetzt nicht möglich, obgleich klonische Krämpfe von erheblicher Dauer von anderen Autoren wie von uns bei den künstlichen Infectionen beobachtet worden sind. Auch bei der Pneumonie fehlen ähnliche Erscheinungen nicht (Bozzolo und Belfant (31).

Wir kommen zu der Besprechung der Bedingungen und des Verlaufs der Diplokokkeninfection beim Meerschweinchen. Ueber die Empfänglichkeit derselben sind die früheren Forscher nicht einig. Nach unseren Erfahrungen, die sich auf etwa 50 Thiere erstrecken, existirt kein einziges, das refractär wäre. Es bestehen aber ganz bedeutende individuelle Differenzen zwischen ihnen. Junge Meerschweinchen sind am wenigsten resistent. Mit Ausnahme einiger weniger erlagen alle, zum Theil sehr grosse Individuen nach subcutaner Einspritzung von 2 ccm unserer höchst virulenten Nr. 68 in 2—5 Tagen der Septicämie. Die überlebenden starben aber ebenfalls an den späteren Impfungen. Auf der anderen Seite kommen auch Fälle vor, in denen schon eine Platinöse septicämisches Blut genügt, um von der Haut aus die tödtliche Erkrankung zu veranlassen. Bei nicht tödtlichen Dosen erfolgt eine vorübergehende locale Affection, selten Abscedirung, die beim Kaninchen die Regel ist. Weniger virulente Bacterien können selbst in den grössten Mengen vertragen werden.

Einen sehr bedeutenden Unterschied bedingt die Wahl der Injectionsstelle. Noch viel mehr, als es beim Kaninchen der Fall ist, ist das Peritoneum des Meerschweinchens disponirt, die Infection des Organismus zu vermitteln. Dass auch hier die schnelle Resorption des Virus vom Bauchfell aus die Hauptrolle spielt, wird dadurch bewiesen, dass nicht regelmässig bei intraperitonealer Injection eine Entzündung der Serosa erfolgt. Dieselbe kann allerdings eintreten und zur eiterigen Peritonitis führen, wenn die Diplokokken bei subcutaner Impfung geringerer Mengen

zwar nicht im Stande sind, Septicämie zu erzeugen, aber durch Fortsetzung der localen Wucherung die Serosa in Mitleidenschaft zu ziehen. Auf diese Weise tritt der Tod manchmal noch in späterer Zeit ein.

Die Septicämie des Meerschweinchens ist der des Kaninchens, was den Diplokokkenbefund im Blut anbetrifft, analog. Manchmal ist die Zahl derselben relativ geringer, wohl weil die meist langsamer verlaufene Krankheit die Thiere soweit geschwächt hat, dass sie vor dem Maximum der Kokkenentwickelung dem pneumonischen Gifte erliegen. Die Milz ist meist stark vergrössert und kann ganz die Charaktere der „Fibrinmilz" haben. Unter der Haut findet sich der Regel nach eine dicke fibrinöse Schwarte, deren Ausdehnung mit der Dauer des Processes zunimmt. Auch im Falle, wenn die Meerschweinchen die Impfung überstehen, zeigt das Exsudat keine Neigung zum eiterigen Zerfall, sondern wird meist langsam resorbirt. Freilich ist damit das Thier noch nicht ohne weiteres gerettet, es kann, wie oben erwähnt, durch Fortpflanzung der Entzündung in contiguo eine Peritonitis, aber auch durch wirkliche Metastase eine Endocarditis ulcerosa eintreten. Dieser Fall ist interessant, weil man bisher noch nicht eine derartige Affection durch subcutane Einführung des Virus resp. ohne vorher die Herzklappen verletzt zu haben, hat erzeugen können. Sie fand sich bei einem Meerschweinchen, das 53 Tage nach einer subcutanen Infection in hochgradigem Marasmus starb. Die Veränderung bestand in einer linsengrossen thrombotischen Auflagerung auf einer ulcerirten Stelle der Mitralkappe am Schliessungsrande. In Schnitten (nach Gram-Weigert gefärbt) fanden sich grosse Mengen gutgefärbter Diplokokken theils in Thromben eingeschlossen, theils in das Klappengewebe vordringend. Schon nach dem mikroskopischen Bild besteht kein Zweifel, dass es sich um eine durch Pneumoniekokken verursachte Erkrankung gehandelt hat. Dieselben müssen, wie ihre gute Färbbarkeit übrigens schon bewies, noch in Wucherung begriffen gewesen sein, denn in Platten aus der sonst gesunden Niere wuchsen einige typische Colonieen, aus den übrigen Organen nicht. Vom Endocardium selbst wurden keine Culturen angelegt. Wie man sich die Entstehung dieser Endocarditis zu denken hat, ist nicht klar, dieselbe kann erst kurzen Datums gewesen sein, andere Localisationen des Diplococcus waren, auch unter der Haut, nicht mehr vorhanden.

Chronische interstitielle Entzündungen in der Leber, wie sie Banti beschreibt, haben wir bei Meerschweinchen nicht beobachtet.

Von der Maus wurde schon am Anfang dieses Capitels berichtet, dass wir nicht kurzweg der Ansicht der meisten Autoren beipflichten können, welche dieses Thier für das empfänglichste halten. Für grössere Dosen trifft letzteres zu, nicht für kleine. Von wesentlichster Bedeutung dürfte dabei die geringe absolute Grösse des Thieres sein. Wenn man

bedenkt, dass ein erwachsenes Kaninchen eine Maus etwa um das hundertfache seines Gewichtes übertrifft, sieht man erst wie enorm für dies Thier schon Dosen von wenigen Tropfen sind. So versteht man den Effect, den auch Diplokokken von nur schwacher pyogener Wirkung bei der Maus noch haben können (s. zahlreiche Beispiele in der Tab. II).

Die Ratte ist erheblich weniger disponirt als das Kaninchen. Wir verfügen übrigens nur über wenige Experimente an diesem Thier.

Der Hund wäre nach Pernice und Alessi (32) ein Thier, das unter natürlichen Verhältnissen an einer durch unseren Diplococcus verursachten fibrinösen Pneumonie erkranken kann. Ausserdem liegen von Gamaleia und Tschistowitch Berichte über experimentelle Lungenentzündungen bei diesen Thieren vor. Deswegen haben wir zahlreiche Versuche an Hunden angestellt. Durch subcutane Injection sehr virulenter Culturen gelingt es leicht den Tod derselben hervorzurufen. Dieselbe Dosis von 2 ccm, denen die Meerschweinchen regelmässig erliegen, tödtet auch Hunde, fast immer in 2—5 Tagen. Unter der Haut findet sich ein sehr ausgedehntes hämorrhagisches fibrinöses Exsudat, das sehr reich ist an Diplokokken. Im Blute und in den Organen sind mikroskopisch meist nur wenige, durch Plattencultur zahlreiche Mikroorganismen nachzuweisen. Unter 10 Malen war 2 Mal eine Pericarditis sero-fibrinosa vorhanden, deren Entstehung durch continuirliches Fortschreiten des Processes von der Haut aus wahrscheinlich ist. Kleinere Dosen des Virus verursachen subcutan applicirt leichtes Fieber und vorübergehende Anschwellungen. Auch beim Hund scheint die Neigung zur Abscessbildung gering zu sein. Wir wollen auf diesen Gegensatz des Verhaltens der verschiedenen Versuchsthiere gegenüber den Eiterungserregern hier nur aufmerksam machen. Während Hunde und Meerschweinchen zu Staphylococcuseiterungen mehr disponirt sind als Kaninchen, tritt das umgekehrte Verhältniss bei den durch Diplokokken und Streptokokken bewirkten Abscedirungen hervor.

Injection von 2—5 ccm virulentester Cultur ins Blut (5 Exp.) oder in die Bauchhöhle (3 Exp.) von Hunden blieb stets ohne Erfolg. Wie hat man sich diesen scheinbaren Widerspruch zu erklären: Hunde und Meerschweinchen sterben subcutan inficirt an denselben Mengen des Virus; das Unterhautgewebe beider Thiere scheint also doch ein gleich günstiger Nährboden für die Diplokokken zu sein. Umgekehrt werden noch grössere Quantitäten der Bacterien im Blut des Hundes unschädlich gemacht, während viel kleinere in dem des Meerschweinchens zur üppigen Entwickelung kommen. Ist das Blut des ersteren Thieres etwa ein schlechterer Nährboden für die Mikroorganismen als das des zweiten? Wir glauben, dass für diese Annahme kein genügender Grund vorliegt, dass

vielmehr auch hier wieder die Berücksichtigung der Mengenverhältnisse uns eine Erklärung liefert. Die absolute Blutmenge des Hundes ist ausserordentlich viel grösser als die des Meerschweinchens. Die Entwickelungsbedingungen sind dementsprechend für gleiche Dosen von Bacterien im ersteren viel ungünstiger als im letzteren. Wie diese aus den Experimenten am lebenden Thier abgeleiteten Folgerungen mit denen übereinstimmen, die aus den Versuchen mit extravasculärem Blut gezogen werden müssen, wird man später ersehen.

Um beim Hunde Pneumonie zu erzeugen, haben wir zwei Wege, den der Injection direct in die Lunge und in die Trachea eingeschlagen. Unter 17 Hunden, denen 1—2 ccm virulentester Cultur oder Exsudates durch die Thoraxwand in die Lunge eingespritzt wurden, starben 7 in 1—4 Tagen an eiteriger Pleuritis. Das Exsudat war sehr reichlich, manchmal hämorrhagisch, immer doppelseitig. Zu gleicher Zeit bestand meist eine Pericarditis und eine oft weit ausgedehnte phlegmonöse Entzündung des Mediastinums. In den Exsudaten fanden sich Diplokokken in reichlichster Menge, viele auch im Blut der Organe. Die Lungen waren dagegen arm an Mikroorganismen; sie waren immer stark comprimirt, an vielen Stellen atelektatisch; in Schnitten zeigten sich die Alveolen vielfach mit hämorrhagischem und zelligem Exsudat ausgefüllt, aber nur sehr wenig Diplokokken. Die anderen 10 Hunde hatten zum Theil am Tage nach der Impfung eine etwas erhöhte Körpertemperatur, schienen sonst aber von normaler Gesundheit. 6 von ihnen wurden getödtet und zwar 1 nach 24 Stunden und 5 nach 4 Tagen: Der erstere und drei der letzteren boten keine Alteration der Lungen oder anderen Organen, ausser geringfügigen Hämorrhagien. In Präparaten und Agarplatten waren nur höchst spärliche Mikroorganismen nachzuweisen, einmal wuchsen auch einige Diplokokkencolonieen aus der Milz. Die Bacterien gelangen also wohl zum Theil durch Resorption aus der Lunge ins Blut, dürften aber schnell daselbst zu Grunde gehen. In zweien der nach 4 Tagen getödteten Thiere fanden sich Verdichtungen in der Lunge vom Aussehen catarrhalischer Pneumonieen. In Strichpräparaten und Culturen waren ebenso ausnahmsweise hier Diplokokken zu finden, als in den gesunden Lungen. In Schnitten waren die Alveolen mit einem Inhalt erfüllt, der manchmal an das Exsudat der fibrinösen Pneumonie errinnerte.

Anderen 10 Hunden spritzten wir 1—2 ccm Cultur oder Exsudat von höchster Virulenz in die Luftröhre. 2 von ihnen (Exsudat) starben in den folgenden Tagen an eiteriger Pleuritis von derselben Beschaffenheit, wie sie oben beschrieben, die übrigen 8 wurden nach 1—4 Tagen getödtet. Bei 2 von ihnen war der Befund negativ; bei den übrigen wurden pneumonische Zustände von variabler Ausdehnung gefunden, sei es dass nur

einzelne Läppchen oder grössere zusammenhängende Strecken erkrankt waren. Das Aussehen und die Consistenz erinnerte an die Splenisationen der menschlichen Lunge, nur in einem Fall war ein etwa nussgrosser isolirter Herd mit der körnigen Schnittfläche und der Härte und Prominenz der rothen Hepatisation vorhanden. Ein ganzer Lappen war nur einmal einigermassen gleichmässig infiltrirt und als pneumonisch erkrankt schon beim lebenden Thier nachweisbar. Mikroskopisch stimmte das Bild oft völlig mit dem der echten Pneumonie überein; allerdings nie auf grössere Strecken hin.

Mit diesem anatomischen und histologischen Befund dürfte man schon zufrieden sein, wenn demselben der bacteriologische entspräche. Das war aber keineswegs der Fall. In jenem Hepatisations-Herde, der innerhalb 24 Stunden entstanden war, liessen sich mikroskopisch und durch Züchtung kaum vereinzelte Diplokokken nachweisen. Ebensowenig in den übrigen Fällen, mit einer Ausnahme vielleicht, wo sich aber nur in Strichpräparaten, nicht in den Schnitten selbst etwas reichlichere Mikroorganismen vorfanden, zum Zeichen, dass auch diese im Absterben begriffen waren.

Wir hätten also mit unseren Versuchen beim Hunde Pneumonie zu erzeugen folgende Resultate erzielt. Die einzige wirklich progressive und auch tödtliche Affection, die, sei es nach intratrachealer, sei es nach intrapulmonaler Impfung von 1—2 ccm virulentester Diplokokkencultur zu erhalten ist, ist die eiterige Pleuritis. Dieselbe scheint bei directer Infection der Pleura selbst sogar regelmässig einzutreten. In anderen Fällen sterben die Diplokokken entweder an Ort und Stelle ab, ohne eine Reaction zu erregen, oder werden resorbirt und im Blute unschädlich gemacht. In einer erheblichen Zahl von Fällen endlich gelangen die Mikroorganismen in der Lunge zwar auch nicht zur Wucherung, erregen aber entzündliche Reactionen, die gewisse Aehnlichkeit mit pneumonischen Processen beim Menschen haben können. Es scheint sich um einen chemischen Reiz zu handeln, dessen Wirkung dem pyogenen Effect an die Seite gestellt werden kann, welchen abgestorbene Culturen verschiedener Mikroorganismen im Unterhautgewebe entfalten. Ob durch Steigerung der Dosis beim Hunde doch noch eine fortschreitende Erkrankung der Lungen ähnlich der echten Pneumonie des Menschen erzielt werden kann, lassen wir dahingestellt sein. Die Versuchsergebnisse Gamaleia's und Tschistowitch's lassen, soweit sie ausführlich genug beschrieben worden sind, um eine Beurtheilung zu gestatten, einen Zweifel daran zu. Im übrigen haben wir diese Experimente nicht weiter fortgesetzt, weil man sich durch die Anwendung noch höherer Dosen des Virus von den Verhältnissen, die bei Entstehung der menschlichen Pneu-

monie vorwalten, doch allzu sehr entfernen würde. Ein Vergleich wäre alsdann völlig unmöglich.

Nach Gamaleia wäre das Schaf zur Erwerbung einer fibrinösen Pneumonie disponirt. Wir haben nur einen Versuch an einem Hammel gemacht, indem wir demselben erst 2 ccm, nach zwei Tagen 4 ccm, und als auch dann noch keine deutliche Reaction erfolgt war, nach weiteren zwei Tagen 6 ccm höchstvirulenter Bouilloncultur durch die Brustwand in die Lunge einspritzten. Der einzige Erfolg bestand in geringen vorübergehenden Temperatursteigerungen. Zwei Tage nach der letzten Impfung wurde das Thier getödtet und die Lunge, von einigen hämorrhagischen Stellen abgesehen, in normalem Zustande gefunden. Weder durch das Mikroskop, noch durch die Züchtung waren Mikroorganismen nachzuweisen.

Bei einem Pferde hatten wir schon zur Zeit der letzten grossen Influenzaepidemie eine Einspritzung von 2 ccm virulenter Diplokokkencultur in die Lunge gemacht, ohne irgend einen Erfolg zu erzielen.

Hühner und Tauben haben wir gegen grosse Gaben des Pneumoniecoccus refractär gefunden.

Wie liegen nun die Verhältnisse der Diplokokkeninfection beim Menschen. Das Gebiet derjenigen Erkrankungen des Menschen, die man auf die Pneumoniekokken zurückführen muss, ist durch die Forschungen der letzten Jahre sehr erweitert worden. Fast alle derselben dürften ihre Analogien unter den experimentell bei Thieren verschiedener Art erzeugten Processen finden, die einzige Ausnahme davon macht vielleicht, wie wir gesehen haben, die echte fibrinöse Lungenentzündung.

Es liegt die Frage nahe, welchen Grad der Empfänglichkeit gegenüber der Infection mit Diplokokken wir dem Menschen zuschreiben sollen. Nach Gamaleia gehörte er zur Kategorie der resistenteren Organismen. Die Gründe dafür scheinen uns aber nicht beweisend. Die geringe Mortalität der Pneumonie, die der Autor erstlich ins Feld führt, ist noch kein Beweis, denn nicht nur wird die relative Grösse des menschlichen Körpers gegenüber denen der Versuchsthiere dabei ausser Acht gelassen, sondern ebenso auch die Menge des inficirenden Virus, die wir uns bei der Lungenentzündung zwar nicht als minimal, aber doch auch nicht als sehr erheblich vorstellen dürfen. Eine solche Menge, die ein Meerschweinchen oder einen Hund tödtet, wird wohl niemals ins Spiel kommen. Die weiteren Gründe, nämlich das Vorhandensein der bedeutenden localen Reaction in der erkrankten Lunge, sowie der Mangel einer eigentlichen Septicämie gelten ebendeswegen nur wenig. Uns scheint sogar die Existenz von Processen, die durch abgeschwächte Diplokokken unterhalten werden, dafür zu sprechen, dass die davon betroffenen Menschen eine äusserst grosse Empfänglichkeit besitzen müssen.

Eine klarere Einsicht in diese Fragen wird möglich sein, wenn wir die Aetiologie der Diplokokkenaffectionen beim Menschen des näheren betrachten. Wo befindet sich der Krankheitserreger? Ausserhalb des menschlichen Körpers wurde er bisher nicht nachgewiesen (mit Ausnahme eines Falles von Pneumonie beim Hunde. Pernice und Alessi [32]), wohl aber im gesunden Menschen selbst. Dass Pneumoniekokken von grosser Virulenz — solche, die Kaninchen tödten — im normalen Speichel vorkommen, ist seit Pasteur und Sternberg durch zahlreiche Forscher festgestellt worden. Nach Goldenberg wären sogar im Mundsecret von mehr als 50 Procent aller gesunden Personen Diplokokken vorhanden, die Mäuse tödten. Nach Untersuchungen, die im hiesigen Laboratorium seit fast 2 Jahren im Gange sind, lassen sich nicht nur aus dem Sputum von Influenzakranken, sondern ebenso auch aus dem Auswurf aller Kranken mit Affectionen der Luftwege und aus dem Rachen- resp. Mundsecret normaler Menschen regelmässig Varietäten des Pneumoniecoccus züchten; und zwar finden sich gewöhnlich mehrere von einander unterschiedene Spielarten desselben zusammen vor, von den stets einige eine gewisse Virulenz besitzen, d. h. zum wenigsten pyogen sind. Wie wir am lebenden Menschen, so hat v. Besser (33) an Leichnamen nach dem Vorkommen des Pneumoniecoccus geforscht und in zahlreichen Fällen denselben aus der normalen Trachea, den Bronchien, der Nase gezüchtet. Es wäre wohl wünschenswert diese Untersuchungen an der Leiche für die krankhaft veränderten Schleimhäute der Luftwege neu aufzunehmen resp. fortzusetzen, da die Untersuchung am Lebenden immer mit gewissen unumgänglichen Fehlerquellen zu rechnen hat. Auch an anderen Stellen des Körpers, so z. B. im Urin,[1] haben wir Varietäten des Diplococcus häufiger gefunden. Ob dieselben auf der Schleimhaut der Urethra oder Blase angesiedelt sind oder von ihren Ansiedelungsstätten in dem Anfangstheil der Verdauungs- und Luftwege aus resorbirt und durch den Urin wieder ausgeschieden werden, bleibt noch zu entscheiden. Nach den Erfahrungen, die in der letzten Zeit über das Auftreten der Infectionserreger in verschiedenen Secreten und Excreten gemacht worden sind, erscheint letztere Möglichkeit wenigstens nicht ausgeschlossen. Der Vorgang selbst brauchte deswegen noch nicht als eine heilsame Elimination des Virus aufgefasst zu werden.

Bei Erwägung dieser Sachlage drängen sich einige Fragen auf.

Erstens: Ist die Thatsache, dass der Pneumoniecoccus ein regelmässiger Bewohner der Schleimhäute ist, als ein Zeichen zu deuten, dass der Mensch im allgemeinen sehr empfänglich ist gegenüber einer Infection

[1] Dr. Pansini wird darüber späterhin berichten.

mit demselben? Obwohl uns hierfür keine analogen Verhältnisse vom Thier bekannt sind, glauben wir doch nicht, dass die Schleimhautsecrete mit den übrigen Körperflüssigkeiten auf eine Stufe zu stellen sind, dass also aus der grösseren oder geringeren Disposition der letzteren ein Schluss auf die der ersteren gezogen werden darf. Es wäre wohl möglich experimentell der Lösung dieser Frage nahezukommen.

Zweitens: ist umgekehrt anzunehmen, dass die von den Diplokokken bei ihrem Wachsthum auf den Schleimhäuten secernirten Stoffe vom menschlichen Organismus resorbirt werden könnten und denselben immun zu machen geeignet wären. Das dürfte ebenso wenig der Fall sein. Im besonderen dagegen spricht die von Netter (35) gefundene Thatsache, dass bei Individuen, welche eine Pneumonie gehabt haben, und die, wie bekannt, zur Erwerbung einer neuen Pneumonie ganz speziell disponirt sind, der virulente Pneumoniecoccus durchschnittlich häufiger gefunden wird, als bei anderen Menschen.

Drittens: Stellt nun etwa die regelmässige Existenz des Pneumoniecoccus an gewissen Stellen des Organismus überhaupt ein ganz gleichgültiges Factum dar. Können die pathogenen Bacterien demselben Körper, auf dem sie schmarotzen, nie gefährlich werden, und wäre zu einer Infection immer eine von aussen eingeführte andere Varietät des Diplococcus nöthig? Diese Vorstellung dürfte noch viel unwahrscheinlicher sein als die beiden ersten. Für uns beweist die Thatsache der Allgegenwart des Krankheitserregers, dass der Mensch im allgemeinen eine geringe Disposition hat an einer Diplokokkenaffection zu erkranken. Sonst müssten die letzteren noch viel häufiger sein als sie sind. Denn nach den Erfahrungen an anderen pathogenen Bacterien werden dieselben, wenn sie längere Zeit und in grösserer Menge mit den Schleimhäuten eines disponirten Organismus in Berührung sind, demselben schliesslich immer gefährlich. Andererseits ist es eine unleugbare Thatsache, dass einige Individuen zu Erkrankungen durch Pneumoniekokken mehr disponirt sind, als die grosse Mehrzahl. Das sind z. B. diejenigen, die zu wiederholten Malen an Pneumonie erkranken. Vielleicht gehören auch jene Personen, die Neigung zu catarrhalischen Affectionen überhaupt zeigen, hierher; denn wenigstens für gewisse Catarrhe scheint unser Diplococcus verantwortlich zu machen sein. Dass einige Individuen sogar als sehr empfänglich betrachtet werden müssen, folgt daraus, dass bei ihnen ein schwaches Virus genügt, um sie krank zu machen. Bei relativ immunen Organismen haben abgeschwächte Bacterien gewöhnlich gar keine Wirkung oder nur in Dosen, wie sie unter natürlichen Verhältnissen nicht in Betracht kommen. Sehr möglich ist es, dass es sich in vielen Fällen nicht um dauernde, sondern um temporäre Disposition des Organismus handelt.

Einige Erfahrungen am Thier sprechen direct für das Vorkommen einer solchen, indem z. B. Individuen, die ein erstes Mal einer bestimmten Dose des Virus widerstanden haben, ein zweites Mal, auch wenn absolut keine Spuren der früheren Erkrankung zurückgeblieben sind, derselben oder einer geringeren Gabe erliegen. Von dieser allgemeinen Disposition, deren Bedingungen noch meist dunkel sind, die aber in gewissen, auch ausserhalb des Organismus noch nachweisbaren Eigenschaften der Körpersäfte sich äussern, muss man die locale Disposition, wie sie zum Beispiel sicher durch eine Continuitätstrennung, wahrscheinlich durch das Auftreten von Reizungszuständen, Secretionsanomalien etc. gegeben wird, sowie die äussere Gelegenheitsursache, die etwa eine grössere Anzahl besonders virulenter Bacterien an einen local diponirten Ort führt, wohl unterscheiden. In der Praxis sind wir vorläufig dazu nur selten im Stande; den Einfluss, den eine Contusion, eine Erkältung auf die Entstehung einer Pneumonie hat, können wir uns nur hypothetisch erklären. Andere Umstände, die nachweislich in der Aetiologie der Lungenentzündung eine Rolle spielen, wie das Bestehen von Krankheiten oder eines schlechten sanitären Zustandes, wirken vielleicht durch alle drei Momente zugleich.

Wenn erst einmal eine Diplokokkenaffection im Körper besteht, so ist die Erkrankung neuer Organe schon leichter zu erklären, entweder durch Verbreitung in der Continuität oder auf dem Wege des Blutstroms. Für beide Arten haben wir in den Thierversuchen Analogieen gefunden.

Die Frage der epidemischen Entstehung gewisser Pneumonieen verdient eine besondere Besprechung. Die Thatsache als solche darf wohl anerkannt werden, ihre Erklärung stösst aber auf Schwierigkeiten. Auf der einen Seite scheint die Ubiquität des Virus eine Infection, die von aussen käme, überflüssig zu machen und das epidemische Auftreten so ausgelegt werden zu können, dass man den Einfluss meteorologischer Verhältnisse auf die locale und vielleicht auch allgemeine Disposition zu Hülfe ruft. Auf der anderen Seite könnte für die epidemische Verbreitung des Krankheitskeimes zweierlei angeführt werden. Erstlich wäre es möglich, dass durch die Ansteckung von aussen sehr virulente Diplokokken auf Individuen, die solche noch nicht beherbergen, übertragen werden können. Warum sollten aber diese gerade erkranken, während die zahllosen Personen, die stets Kokken der virulentesten Art auf ihren Schleimhäuten haben, das nicht thun. Wir sind also auch hier wieder darauf angewiesen, zu gleicher Zeit die epidemische Uebertragung der Disposition zur Erkrankung anzunehmen. Ein zweiter Grund, den man anführen könnte, ist folgender. Die Infection von aussen wäre wirksamer, weil sie den Krankheitskeim auf dem Luftwege direct bis in die Lunge einführte. Auch diese Aufstellung scheint uns nicht glücklich. Nöthig wäre vor

allen Dingen, dass der Krankheitserreger das Austrocknen im fein vertheilten Zustand aushielte. Für viele und gerade virulente Diplokokkenvarietäten ist das nun, wie wir oben berichtet haben, sicher nicht der Fall und unseren Versuchen nach sogar für die meisten unwahrscheinlich. Selbst wenn die Mikroorganismen sich lebensfähig erhielten, wäre damit noch nicht gesagt, dass sie durch die Inspiration bis in das Lungengewebe gelangten. Nach den bis jetzt vorliegenden Versuchen ist das nur selten und nur bei reichlichstem Vorhandensein des staubförmigen Materials in der Inspirationsluft der Fall. Der Hauptgrund gegen die Wirksamkeit einer intrapulmonalen Infection ist aber wieder, dass der Krankheitserreger in der Lunge ebenso wenig, wie auf den Schleimhäuten einen günstigen Boden zur Entwickelung findet. Wir kommen also auch hier wieder auf die Disposition zurück.

Banti hat die Annahme der epidemischen Verbreitung des Krankheitskeimes dadurch zu stützen gesucht, dass er die Mikroorganismen, die sich in den verschiedenen Epidemieen von Pneumonie isoliren liessen, mit einander verglich und auf bestimmte Typen zurückführte. Ueber die Unmöglichkeit, solche Typen aufzustellen, haben wir uns schon im ersten Capitel dieser Arbeit hinreichend ausgelassen. Ein weiterer Grund gegen die Verbreitung des Pnomoniecoccus auf äusserem Wege scheint uns aber besonders darin zu liegen, dass man in einer und derselben pneumonischen Hepatisation, wie in demselben pneumonischen Sputum verschiedene Varietäten des Diplococcus nebeneinander findet. Das erklärt sich einfach, wenn man annimmt, dass die Verbreitung des Krankheitserregers in der Lunge auf dem Wege der Schleimhäute und nicht durch die Inspirationsluft erfolgt. Auch im normalen Organismus haben wir ja regelmässig mehrere Spielarten des Pneumoniecoccus nebeneinander.

III. Die Immunität gegenüber dem Diplococcus pneumoniae.

Es giebt verschiedene Mittel, die Empfänglichkeit der Thiere gegenüber dem Pneumoniecoccus herabzusetzen, welche zum Theil schon von den früheren Forschern versucht worden sind. Wir unterscheiden hier 1. die Impfung mit einem nicht tödtlichen Virus, 2. die Inoculation von Producten der Diplokokken in künstlichen Nährböden, 3. die Inoculation von Stoffen, die während der Infection im Thierkörper gebildet werden, 4. die Uebertragung von Serum immuner Thiere.

Die Immunität ist, wie die natürliche Empfänglichkeit, von der Virulenz und der Menge der Bacterien, mit denen, und von dem Ort, von dem aus man sie auf die Probe stellt, abhängig. Im folgenden sprechen wir von immunen Kaninchen im allgemeinen, wenn dieselben nach sub-

cutaner Impfung mit mittleren Mengen höchstvirulenter Diplokokken, nicht zu Grunde gingen. Die Reaction blieb auch bei diesen Thieren nicht aus, sie entsprach etwa derjenigen, die nach Infection normaler Kaninchen mit einer pyogenen Varietät eintritt.

1. Es genügt zur Erzielung der Immunität nicht, dass man überhaupt lebende Diplokokken einspritzt, sondern es muss ein Wachsthum derselben stattfinden und zwar darf die Reaction auf dasselbe, wenn die Injection unter die Haut erfolgt, nicht vorübergehend sein, sondern es muss wenigstens ein Abscess entstehen. Geringere Grade der Immunität mögen freilich auch ohne diese Bedingungen erzielt werden können. Unter 39 Kaninchen, die bei früheren Impfungen mit Virus von verschiedener Stärke, Abscesse davongetragen hatten, zeigten sich 6 immun. Wann der höchste Grad der Widerstandsfähigkeit erreicht wird, haben wir nicht bestimmt, sondern meist nach 14—30 Tagen die Probe darauf angestellt. Es ist nicht nöthig, dass sich die Thiere vollständig von der vorausgegangenen Infection erholt haben; trotz starker Abmagerung tritt der Effect der Präventivimpfung deutlich hervor. Derselbe kann, soweit wir bis jetzt sehen können, Monate lang ungeschwächt fortbestehen.

2. Dass die Bacterienproducte es sind, die ein empfängliches Thier immun machen, sieht man, wenn man filtrirte Culturen virulenter Diplokokken zur Impfung benutzt. Sowohl ganz frische als ältere Bouillonculturen können dazu benutzt werden; natürlich darf die Dosis nicht zu gering sein; mit täglicher, 4—6 Mal wiederholter Einspritzung von 10 ^{ccm} haben wir positive Resultate erzielt, indessen einmal auch nach 12maliger Widerholung einen Misserfolg gehabt. Eine einmalige sehr grosse Dosis scheint nicht dieselbe Wirkung zu haben. Wenn man ganze Culturen unter der Luftpumpe bei 37° auf ein geringes Volumen concentrirt, so dürfte ein Theil der Impfstoffe verloren gehen. Wenigstens hatten wir bei 3 Thieren, die wir in gleicher Weise mit einer solchen Lymphe behandelten, nur einmal ein günstiges Ergebniss. Hingegen scheint das Kochen die schützende Wirkung der Culturen nicht aufzuheben. Wieweit abgeschwächte Diplokokken den Impfstoff produciren, wurde nicht untersucht. Dass aber rein pyogene Varietäten bei Wachsthum im Thier im Stande sind, dasselbe zu immunisiren, haben wir in der ersten Versuchsreihe schon gesehen. Mehrfach hatten wir Gelegenheit zu constatiren, dass der Grad der erzielten Immunität und deren Dauer nicht immer einander correspondiren und erheblichen Schwankungen unterliegen. Darum können wir auch den Experimenten Banti's, durch die er zu belegen glaubt, dass die Stoffwechselproducte seiner einen Varietät nicht gegen die Infection durch seine zweite schützen, keine Beweiskraft zuschreiben. Es ist durchaus nöthig bei jedem Thier, dessen Immunität man sicher sein

will, im entscheidenden Moment eine Probe darauf zu machen. Eine solche, die selbst noch 14 Tage vorher stattgefunden hat, ist unter Umständen nicht mehr beweisend.

3. Eine Isolirung der vaccinirenden Substanz (oder Substanzen) aus Culturen haben wir unterlassen wegen der inconstanten Resultate, die wir mit condensirten Culturen hatten. Inzwischen ist dieselbe Foà und Carbone auf einem anderen Wege gelungen. Dagegen haben wir auf folgende Weise aus dem Blut von Kaninchen, die an Diplokokkensepticämie gestorben waren, eine Lymphe erhalten. Dasselbe wurde aus der frischen Leiche gesammelt und unmittelbar in starken Alkohol übertragen. Das Coagulum wurde nach einigen Tagen abfiltrirt, bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet, gut verkleinert, mit der doppelten Quantität Wasser und Glycerin übergossen und das Gemenge nach einigen Tagen von neuem filtrirt. 3 Kaninchen bekamen von dieser Lösung 5—9 Tage lang je 1 ccm unter die Haut, ein Controlkaninchen die gleiche Menge reinen Glycerinwassergemisches. Nur die drei ersten erwiesen sich immun und sind es 5 Monate lang geblieben. Wie man sieht, unterscheidet sich die Darstellung dieses Impfstoffes nicht wesentlich von der des von uns gefundenen Giftes. Einen Vergleich konnten wir bei der geringen zur Verfügung stehenden Quantität nicht anstellen. Der Glycerinauszug bewirkte beim Kaninchen in grossen Dosen unter denselben Erscheinungen den Tod als dieselbe Menge des reinen Gemisches von Wasser und Glycerin. Wie sich die wirksame Substanz des nähern charakterisirt, wie sie sich zu den defensiv proteids Wooldridge's und Hankin's Globulin stellt, ob sie mit dem von Foà und Carbone aus Culturen isolirten Impfstoff und den wachsthumshemmenden Substanzen, die nach unseren Versuchen von den Diplokokken in künstlichen Nährböden gebildet werden, identisch ist, alle diese Fragen harren noch der Entscheidung. An sich wäre es ja nicht unmöglich, dass, wie es Foà und Carbone als sicher anzunehmen scheinen, Gift und Vaccinestoff in unserem Fall identisch wären, das muss aber erst durch bessere Isolirungsmethoden bewiesen werden.

Einige Versuche, mit Serum von menschlicher Pleuritis, die einer Diplokokkeninfection ihren Ursprung verdankte, sowie mit Urin von Pneumonikern Immunität beim Kaninchen zu erzielen, blieben erfolglos.

4. Mit dem Blutserum natürlich immuner Thiere haben wir wenige Experimente angestellt, zuerst mit Erfolg. 0·5 ccm Hundeserum 24 Stunden vor der Impfung mit virulentem Material injicirt, schützte 2 Mäuse vor dem Tode, den 2 Controlmäuse durch Septicämie erlitten. Als wir mit anderem Hundeserum den Versuch wiederholten, hatten wir nur ungünstige Resultate, und dieselben Mäuse, die das erste Mal die Infection überstanden hatten, waren nach 14 Tagen nicht immun. Foà und

Carbone berichten über gelungene Experimente mit dem Blutserum immunisirter Kaninchen.

Bei letzteren Thieren hatten wir mit unserer Methode — es wurde dasselbe Hundeserum genommen, das bei Mäusen Erfolg gehabt hatte — kein Glück. Sehr möglich ist es, dass das an den relativ geringeren Mengen gelegen hat, die wir anwendeten. Wenn für Mäuse 0·5 ccm nöthig ist, so würde sich für ein mittleres Kaninchen eine Quantität von 40 ccm ergeben; es würde sich also um eine Bluttransfusion in grössestem Maassstabe, um keine Impfung mehr handeln.

Nach einigen Erfahrungen, die wir gemacht haben, scheint auch in gewissem Grade eine weitere Immunisirung von schon wenig empfänglichen Thieren, wie Meerschweinchen und Hunden, möglich zu sein. Jedoch war der Erfolg sehr inconstant und wenig dauerhaft.

Wir wenden uns zu der Erklärung der Immunitätserscheinungen. Handhaben für eine experimentelle Prüfung bieten vor allem die beiden Theorien, die auf die Phagocytose bez. auf die Eigenschaften der Körperflüssigkeiten, besonders des Blutserums, die natürliche und erworbene Resistenz gegenüber der Infection zurückführen wollen.

Zwei Versuchsreihen sind geeignet uns über die Phagocytose am schnellsten aufzuklären. Inficiren wir erstens mit gleichen Quantitäten virulenter Culturen Thiere von verschiedener Empfänglichkeit, wie normale Kaninchen, immunisirte Kaninchen, Meerschweinchen und Hunde unter die Haut, und zweitens mit gleichen Mengen von Diplokokken verschiedener Virulenz Kaninchen von derselben Grösse und möglichst desselben Ursprungs ebenfalls subcutan, so finden wir, wenn wir von Tag zu Tag oder in noch kürzeren Intervallen die zu gleicher Zeit sich abspielenden Processe vergleichen, folgende Verhältnisse vor.

Die klinische Beobachtung ergiebt uns um so höhere Temperatursteigerung, um so grössere örtliche Reaction, je empfänglicher das Thier, resp. je virulenter das Bacterium ist. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Inoculationsstelle in Deckglaspräparaten — frische Präparate eignen sich wegen der Kleinheit unseres Mikroorganismus nicht — oder besser in feinsten Paraffinschnitten sieht man dementsprechend, dass die Bacterien am üppigsten, die seröse und celluläre Exsudation am stärksten, die Phagocytose am ausgesprochensten ist im empfänglichsten Thier und bei Einwirkung der höchstvirulenten Bacterien. Die frühesten Stadien des Processes und, wenn derselbe im Fortschreiten begriffen ist, die jüngsten Phasen desselben in der Peripherie der afficirten Stelle sind besonders belehrend. Von fremden Elementen, Leukocyten, Phagocyten, sieht man hier noch nichts; statt dessen fällt der verschiedene Bacterienbefund auf. Die viru-

lenten Diplokokken im empfänglichen Thier sind in reger Wucherung begriffen, erfüllen alle Spalten des Gewebes und sind schon weit über die Injectionsstelle hinaus mikroskopisch und durch Cultur nachzuweisen. Die abgeschwächten Mikroorganismen im immunen Thier sind dagegen oft nur mit Mühe überhaupt noch zu finden, sie liegen frei im Gewebe, färben sich schlecht, nur wenige wachsen noch in Culturen. Dies sind die beiden Extreme, zwischen denen sich alle Uebergänge finden. Hier liegt der Schlüssel des ganzen Processes: die Diplokokken verursachen eine Infection, wenn sie in der Gewebsflüssigkeit wachsen können, sie sind ungefährlich, wenn sie das nicht können. Der Krankheitsprocess macht Fortschritte, wenn die Bakterien sich noch zu entwickeln vermögen, er kommt zum Stillstand, wenn sie sich zu entwickeln aufhören. Da wo das Wachsthum stattfindet oder nachlässt, giebt es gar keine hemmenden Elemente ausser dem Gewebe selbst, und die fixen Zellen spielen jedenfalls nicht die Rolle von Phagocyten.

Kommen wir in ein späteres Stadium resp. an einen schon längere Zeit ergriffenen Punkt des afficirten Bezirks, so sehen wir den Anfang der Exsudation, der Emigration, der Phagocytose. Die Vermehrung derjenigen Mikroorganismen, die überhaupt ein Wachsthum begonnen hatten, nimmt noch zu. Viele Leucocyten befinden sich zwischen ihnen, einige wenige haben auch schon Diplokokken incorporirt. Wo die Bacterien langsamer wachsen, ist auch die Exsudation unbedeutender und die Phagocytose seltener. Letztere kann vollkommen fehlen, wo die Diplokokken gar nicht gewachsen waren; in der Regel ist dann auch von diesen selbst nichts mehr nachzuweisen.

In einer noch weiter vorgeschrittenen Phase des Processes sind die Leucocyten endlich in grösster Menge auf dem Kampfplatz erschienen und haben sich in ausgedehntem Maasse der Bacterien bemächtigt. Der Unterschied zwischen virulenten und weniger virulenten Diplokokken beginnt sich hier zu verwischen, da jetzt auch die letzteren den Höhepunkt ihres Wachsthums überschritten haben.

Die letzte Periode ist durch das völlige Verschwinden der freiliegenden Mikroorganismen charakterisirt. Hingegen zeigen sich die Leucocyten mit letzteren vollgepfropft. Die Färbung gelingt jetzt noch, nimmt aber allmählich ab, bis schliesslich die Exsudatzellen allein noch färbbar sind. Damit sind wir aber meist schon in das Stadium der Abscessbildung gelangt, das bei den virulenten Bacterien nicht zur Beobachtung kommt, weil die Thiere an der Allgemeininfection sterben.

Wie man sieht, ist die Differenz in dem Verhalten von Diplokokken verschiedener Virulenzgrade und ebenso in dem von Thieren ungleicher Empfänglichkeit am grössesten in den frühesten Phasen des Processes,

sie bleibt daher immer noch deutlich, wenn man die Grenzen des erkrankten Gebietes gegenüber dem normalen Gewebe untersucht. Indessen ergeben sich aus dem Umstand bald Aenderungen des Bildes, dass die virulenten Bacterien im empfänglichen Thier den Process nicht zum Stillstand kommen lassen, weil sie in der Peripherie fortfahren sich zu entwickeln, während die schwächer wirkenden Diplokokken früher oder später aufhören zu wachsen. An den Stellen, wo das geschieht, vollendet sich aber der Process der Exsudation und der Phagocytose. So kommt es denn, dass wir virulente Diplokokken noch in reichlichster Menge frei im Gewebe finden können, während die abgeschwächten schon sämmtlich von Zellen aufgenommen sind. Dieser Gegensatz ist nicht vorhanden, wenn man die einander entsprechenden Stellen, z. B. den Ort der Inoculation, mit einander vergleicht. Hier liegen die Verhältnisse völlig identisch. Und wenn man gar die absolute Intensität der Phagocytose in dem ganzen erkrankten Bezirk in Rechnung zieht, so unterliegen derselben erheblich mehr virulente als abgeschwächte Bacterien. Eine scheinbare Ausnahme wird durch die Rückwirkung der Allgemeininfection auf den örtlichen Process verursacht. Es kann nämlich bei Entwickelung der Septicämie, gewöhnlich mit der Temperatur zugleich, auch die Exsudation unter das normale Maass sinken. Der allgemeine Collaps wirkt also mittelbar vermindernd auch auf die Phagocytose, während die Bacterienvermehrung natürlich nicht nachlässt.

Unumgängliche Vorbedingungen für das klare Verständniss dieser Verhältnisse sind die, dass man erstens die gleiche Dosis virulenter Diplokokken den Thieren verschiedener Empfänglichkeit injicirt, dass man zweitens diejenigen Dosen wählt, für welche wirkliche Differenzen in der Empfänglichkeit bestehen, drittens die Vorgänge vergleicht, die sich zu gleicher Zeit abspielen, und viertens auch die ungleiche Grösse der Thiere berücksichtigt.

Man kann durch sehr grosse Gaben von der Pleura aus Kaninchen, Meerschweinchen und Hunde in annähernd derselben Zeit tödten. Für diesen Fall besteht also kein Unterschied in der Empfänglichkeit dieser Thiere, dementsprechend ist die Ausdehnung der Phagocytose überall dieselbe, d. h. eine sehr geringe, weil sie nicht Zeit hat sich zu entwickeln. Injicirt man dieselbe Bacterienmenge den drei Thieren subcutan, so stirbt das Kaninchen schon meist nach 24 Stunden, Meerschweinchen und Hund gewöhnlich in 3—5 Tagen. Wenn man nun den Sectionsbefund vergleicht, so finden sich selbstverständlich sehr verschiedene Verhältnisse. Im Körper des Kaninchens ist von Phagocytose noch kaum die Rede, sie ist hingegen sehr ausgesprochen in dem der anderen Thiere. Hierdurch ist wohl Gamaleia zu seiner Ansicht gekommen, dass bei den relativ

immunen Thieren die Reaction und die Phagocytose am stärksten wäre. Wenn dieser Forscher hingegen die Processe untersucht hätte, als sie eine Vergleichung zuliessen, d. h. zur Zeit, die dem Tode des Kaninchens entsprach, so hätte er auch beim Meerschweinchen und Hund die Abwesenheit jeglicher Phagocyten constatiren können. Auch bei subcutaner Injection kann man einen völlig identischen Befund erzielen, wenn man das Kaninchen mit einer Dosis injicirt, die es in derselben Zeit tödtet, als es bei Meerschweinchen und Hunden mit Hülfe einer grossen Gabe gelingt. Dann ist auch bei ersterem Thier die Phagocytose auf derselben Höhe, als in jenem Fall bei den übrigen. Am Ort und in der Nachbarschaft der Injectionsstelle ist sie wahrhaft enorm, nach der Peripherie zu nimmt sie ab, und im Blute ist sie am geringsten. In den Organen, speciell in der Milz, erscheint die Phagocytose namentlich herdweise entwickelt, wahrscheinlich an den Stellen, an welchen die Diplokokken schon am längsten eingenistet waren. In diesem Fall haben wir die Gabe des Virus so gewählt, dass dadurch die Differenzen in der natürlichen Empfänglichkeit der Thiere ausgeglichen worden sind, es besteht daher die grösstmögliche Uebereinstimmung in dem Verlauf des Infectionsprocesses. Impfen wir aber jetzt auch Meerschweinchen und Hund mit derselben kleinen Gabe, die das Kaninchen in 3—5 Tagen tödtet, so bekommen wir beim Vergleich ganz das Bild, welches wir oben entworfen haben d. h. die örtliche Reaction und die Phagocytose erscheint am stärksten entwickelt beim empfänglichsten Thier.

Aus unserer Darstellung ergiebt sich, dass wir die Phagocytose als einen secundären Vorgang zu betrachten haben, der das Fortschreiten der Infection nicht unmittelbar beeinflusst. Die salutäre Bedeutung dieses Processes erscheint uns zum mindesten sehr zweifelhaft. Von ziemlich nebensächlicher Bedeutung dünkt uns die Frage, ob die Diplokokken, wenn sie von den Leucocyten aufgenommen werden, noch leben oder nicht. Den Gipfelpunkt ihres Wachsthums haben sie ja schon erreicht, wenn die Phagocyten zur Stelle sind, und für den Fortschritt, die Weiterverbreitung der Krankheit sorgen die ganz ausserhalb des Bereiches der cellulären Exsudation befindlichen Bacterien an der Peripherie. Ausserdem kann es gerade für die Pneumoniekokken nicht zweifelhaft sein, dass sie dem schädlichen Einfluss ihrer Stoffwechselproducte äusserst schnell erliegen. Wir werden weiter unten sehen, dass sie im Blutserum des Kaninchens in 24 Stunden ihre Hauptentwickelung erreichen und in weiteren 24 Stunden wieder absterben. In den Geweben des lebenden Organismus werden, wenn man vom Blut selbst absieht, die Verhältnisse für sie auch nicht allzu viel günstiger liegen. In der That bemerkt man bei vielen freiliegenden Diplokokken eine Abnahme der Färbbarkeit. Eine

Thatsache steht jedoch fest, dass nämlich bei den allermeisten Individuen dieser Vorgang des allmählichen Verlustes der Färbbarkeit sich im Körper der Leucocyten abspielt. Es ist das im Exsudate der menschlichen Pneumonie wie in denen der Thiere mit Hülfe der Weigert-Gram'schen Methode leicht nachzuweisen. Zwar ist es sicher, dass gut färbbare Bacterien schon abgestorben sein können, indessen sprechen die Erlebnisse der Züchtungsversuche dafür, dass der Eintritt des Todes in unserem Fall einigermassen der beginnenden Entfärbung entspricht. Sonach könnten wir annehmen, dass der Process des Absterbens der Diplokokken meist innerhalb der Leucocyten eintritt; ob das schneller geschieht, als ausserhalb der Zellen, ist nicht auszumachen, übrigens nur von theoretischer Bedeutung. Die Möglichkeit, dass die Bacterien unter Umständen auch innerhalb der Phagocyten noch zu wachsen vermögen, wäre nach einigen unserer Befunde nicht von der Hand zu weisen, damit also auch die Chance einer Weiterverbreitung der Infection durch dieselben zuzugeben. Praktisch allein ausschlaggebend für das Fortschreiten des Infectionsprocesses sind immer die freien Diplokokken.

Nach der Phagocytentheorie hätte man anzunehmen, dass die Bacterien je nach der Empfänglichkeit des Thieres und dem Grade der Virulenz in verschiedenem Maasse die Fähigkeit hätten, Emigration der Leucocyten zu bewirken und dieselben anzulocken. Auf dem Wege der Chemotaxis müssten sich diese Differenzen nachweisen lassen. Die Einführung von Capillarröhrchen, die mit frischen Culturen verschiedener Virulenz gefüllt waren, bei normalen und immunisirten Kaninchen ergab ein ganz identisches Resultat: nämlich in allen Fällen war nach 24 Stunden im offenen Ende der Capillaren ein Eiterpfropf von $1^1/_2$—2 mm Länge vorhanden. Danach dürfte von einer Verschiedenheit des Anlockungsvermögens auf Leucocyten im Sinne jener Lehre nicht die Rede sein. Es findet vielmehr unsere Auffassung eine Bestätigung, dass es nur die Zahl der im Gewebe sich entwickelnden Mikroorganismen sein kann, welche die verschiedene Intensität der Reaction bedingt. Da die erstere mit der Virulenz, welche die Diplokokken haben, zunimmt, erklärt sich auch die Zunahme des örtlichen Processes, die in gleichem Sinne erfolgt.

Wir stehen jetzt vor der Frage: wie kommt es, dass der Diplococcus je nach dem Grade seiner Virulenz bez. der Empfänglichkeit des geimpften Thieres in seinem Wachsthum bald stetig fortschreitet, bald früher oder später zum Stillstand kommt, bald von Anfang an vollständig gehemmt wird. Da wir die Betheiligung von dem Gewebe fremden Elementen ausgeschlossen haben, auch eine mechanische Thätigkeit der fixen Zellen sich nicht nachweisen lässt, müssen wir den Vorgang auf chemische Einflüsse beziehen, die wir uns entweder als unmittelbar mit dem Lebens-

process (also wohl mit der Zellthätigkeit) verbunden oder als von demselben wesentlich unabhängig vorstellen können. Nur der letztere Fall gestattet eine weitere experimentelle Behandlung der Frage. Eine Isolirung ganzer Gewebe des Körpers ist möglich und ebenso die einzelner Theile. Mit Vorliebe hat sich, wie leicht erklärlich, die Forschung des flüssigen Gewebes, des Blutes, bedient; die Benutzung des Serums bietet gegenüber der des coagulirten oder defibrinirten Blutes den Vortheil, dass die Absterbeerscheinungen der Zellen dadurch ausgeschlossen werden. Freilich auch die Gerinnung selbst gehört zu diesen, sie zu umgehen ist wohl nur in den wenigsten Fällen ausführbar. Denn nur bei grösseren Thieren kann man mit de Giaxa und Guarnieri (36) den Versuch so anordnen, dass man Theile von grossen Gefässen abbindet und mit den in situ gelassenem Blut derselben experimentirt.

Im Folgenden berichten wir über die Resultate von Versuchen, die wir mit dem Blutserum von 27 normalen oder immunisirten Kaninchen, 9 Meerschweinchen, 8 Hunden, 1 Hammel und der Ascitesflüssigkeit von 6 Menschen angestellt haben. In diesem Serum wurden sowohl virulente als abgeschwächte oder ganz unschuldige Diplokokken und zwar unter Variirung der Menge der Einsaat cultivirt. Ein Hauptgewicht legten wir darauf, diese Versuche bei der Temperatur des Organismus, dem das Serum entstammte, anzustellen. Gerade der Umstand, dass Behring und Nissen mit niedrigeren Temperaturen gearbeitet haben, hat uns bestimmt, diese Experimente wieder aufzunehmen. Wir wären gern den natürlichen Verhältnissen, wie sie im lebenden Körper vorhanden sind, noch näher gekommen, dadurch dass wir das zu den Versuchen dienende Serum in ständiger Bewegung hielten. Leider waren die practischen Schwierigkeiten, welche der Ausführung entgegenstanden, nicht zu überwinden.

In der Tabelle II sind die Experimente mit dem Blutserum von Kaninchen zusammengestellt. In der ersten Colonne findet sich die Bezeichnung, ob das Thier, von dem das Serum stammte, ein normales gewesen oder schon mit abgeschwächten Diplokokken geimpft worden war, oder sich bei Impfung mit virulenten Bacterien früher immun gezeigt hatte, oder schliesslich eine constante Immunität besass. Dann folgt eine Reihe, in der die Bacterieneinsaat angegeben ist. Das Serum wurde meist etwa 18 Stunden nach der Blutentnahme in einer Menge von 0·5—1·0 ccm verwendet. Die Impfung in dasselbe fand vom Blut septicämischer Thiere oder von einer frischen aus dem Blut hergestellten Bouilloncultur statt. Einen Unterschied haben wir dabei niemals constatiren können; die Hauptsache blieb, dass es sich immer um denselben höchst virulenten Mikroorganismus handelte, der normale Kaninchen schon in Spuren zu

Tab. II. Blutserum von Kaninchen.

Nummer des Thieres	Menge der Einsaat	Stunden								Präparate nach 24 Stunden	Experimente (Injection in Ohrvene, Zahl der injicirten Bacterien)
		0	2	3	5	6	7	24	48		
1 (Normales Kaninchen)	1700	0	—	480	—	—	23 985	2928	0	Dipl. ∞	† in 24 Stunden.
		320	—	8640	—	—	∞	1175	0	Dipl. ∞	(70 000 B.)
2 (Normales Kaninchen)	2040	0	—	51	—	—	39 600	∞	3		† in 40 Stunden.
		71	—	2368	—	—	∞	528	0		(100 000 B.)
3 (Normales Kaninchen)		151	—	14 256	—	—	∞	—	—		† in 40 Stunden. (200 000 B.)
4 (Normales Kaninchen)	200	0	—	0	—	—	120	∞	—	Dipl. ∞	† in 40 Stunden.
		4	—	60	—	—	3960	∞	—		(200 000 B.)
		495	—	9988	—	—	∞	—	—		
5 (Normales Kaninchen)	200	0	—	0	—	—	900	∞	—	Dipl. ∞	
		0	—	130	—	—	2000?	∞	—		
		750	—	10 422	—	—	∞	—	—		
6 (Normales Kaninchen)		3	—	320	—	—	46 800	—	—	Dipl. ∞	† in 24 Stunden.
		160	—	3785	—	—	∞	—	—		(25 000 B.)
7 (Normales Kaninchen)	1820	0	—	6	—	—	1620	—	—	Dipl. ∞	† mit kleinster Quantität geimpft.
8 (Normales Kaninchen)		35	—	918	—	—	43 200	32 500	—	Dipl. ∞	† in 48 Stunden. (? 180 000 subcutan.)
9	2610	0	1	—	—	—	513	∞	25	Dipl. ∞	

Kaninchen)											
11 (Normales Kaninchen)		0	110	—	—	10 368	—	∞	—	Dipl. ∞	
12 (Normales Kaninchen)		3654	36 000	—	(∞)	120	—	—	—	Dipl. ∞	
13 (Normales Kaninchen)		5512	34 904	—	—	—	∞	—	—	Dipl. ∞	
14 (Normales Kaninchen)		1720	16 650	—	(∞)	—	50	—	—	Dipl. ∞	
15 (Normales Kaninchen)		2480	29 696	—	—	—	∞	—	—	Dipl. ∞	
16	100	1	—	0	—	—	8800	0	—	Wenige Dipl.	† in 40 Stunden. (10 000 B.)
(Früher immunes Kaninchen)		1410		7990	—	—	∞	0	—	in 48 Stdn.	Septicämie schwach entwickelt.
17	1720	2	—	6	—	—	10 176	—	—	Dipl. ∞	† in 60 Stunden. (180 000 B.)
(Früher immunes Kaninchen)	∞	1815		28 200	—	—	∞	—	—		
18	1720	4	—	1	—	—	24	—	—	Dipl. ∞	† in 40 Stunden. (33000 B.)
(Früher mit abgeschwäch. tem Dipl. geimpft)	∞	2574		5934	—	—	72 000	—	—		
19		18	22	—	—	2	(∞)	1500	—	Dipl. ∞	An Septicämie gestorben (unbestimmt, mit welcher Quantität geimpft).
(Früher geimpft)		90	9	—	—	150	—	∞	—		

Nummer des Thieres	Menge der Einsaat	Stunden									Präparate nach 24 Stunden	Experimente (Injection in Ohrvene, Zahl der injicirten Bacterien)
		0	2	3	4	5	6	7	24	48		
20 (Früher geimpft)	—	820	—	1089	—	—	1608	—	∞	—		
21 (Früher geimpft)	—	425	—	336	—	—	22 176	—	16	—	Dipl. ∞	† in 5 Tagen ohne Bacterienbefund. (200 000 B.)
22 (Immunes Kaninchen)	—	18	—	—	0	—	—	0	1	0	0	0 (auch später sehr resistent). (200 000 B.)
		1260	—	—	2430	—	—	0	4	0		
23 (Immunes Kaninchen)	—	0	—	—	0	—	—	1	1600	9	Haufen von Dipl.	0 (aber sehr krank). (200 000 B.)
		70	28	—	—	—	—	8160	—	—		
24 (Immunes Kaninchen)	100	0	—	—	0	—	—	—	15 720	—	Haufen von Dipl.	0 (krank). (200 000 B.)
		2250	—	—	—	4225	—	625	9176	—		
25 (Immunes Kaninchen)	2528	2	—	25	—	—	—	4	4345	—	Wenige Streptok. in 24 Stdn., in 48 Stdn. Haufen von Kokken.	0 (auch später sehr resistent). (200 000 B.)
		210	—	690	—	—	—	21	273	—		
		720	189	—	—	—	2255	—	372	—	Haufen von Kokken.	
26 (Immunes Kaninchen)	2528	0	10	—	—	—	—	1445	920	—	24 Stdn. wenige Streptok. 48 Stdn. Haufen von Kokken.	0 (200 000 B.)
		625	984	—	—	—	—	15	995	—		
27 (Immunes	—	1680	2255	—	—	—	—	45	—	—	24 Stdn. wenige Streptok. 48 Stdn. Haufen von	0 (200 000 B.)

Nummer des Thieres	Menge der Einsaat	Stunden									Präparate nach 24 Stunden	Resultat der Experimente
		0	2	3	4	6	7	24	48	72		
1	—	896	1225	—	—	—	24000	—	—	—	Hauf. v. Dipl.	
(Normales Meerschwein.)	—	13	120	—	—	—	297	660	0	—	0	
2 (Normales Meerschwein.)	—	868	1116	—	—	—	80000	—	—	—	Hauf. v. Dipl.	
3	—	1280	1080	—	—	—	1260	∞	3190	—	Dipl. ∞	
(Normales Meerschwein.)	—	55	12	—	—	—	36	2982	∞	—	wenige, nach 48 Stunden Dipl. ∞	
4	—	1116	1800	—	—	—	5400	4140	261	0	wenige, nach 48 Stunden 0	† in 2 Tagen. (2 ccm subcutan.)
(Normales Meerschwein.)	—	40	14	—	—	—	97	2178	1254	0		
5 (Normales Meerschwein.)	1800	5	0	—	—	1	—	135	20	—	wenige	† in 2 Tagen. (0·5 ins Periton.)
6	1800	12	—	—	0	—	0	0	0	—	0	† in 3 Tagen. (0·2 ins Periton.)
(Normales Meerschwein.)	170	0	—	—	2	0	—	0	0	—	0	
7 (Normales Meerschwein.)	60	0	0	—	—	18	—	60	—	—	0	† in 4 Tagen. (2 ccm subcutan.)
8 (Normales Meerschwein.)	30	0	36	—	—	38	—	0	—	—	0	† in 3 Tagen (2 ccm subcuntan.)
9 (Normales Meerschwein.)	60	1	408	—	—	2160	—	33588	1260	—	sehr viele Diplococcen	† in 3 Tagen (0·3 ccm subcuntan.)

Tab. IV. Serum von Hunden.

Nummer des Thieres	Menge der Einsaat	Stunden								Präparate nach 24 Stunden	Resultat der Experimente
		0	2	3	4	6	7	24	48		
1 (Normaler Hund)	∞	Die Kulturen gingen nicht an (schlechter Agar)								wenige Ketten	Alle Hunden erwiesen sich refractär gegen starke intravenöse (intrapectorale) Dosen desselben sehr virulenten Diplococcus.
2	—	7695	—	715	—	8100	—	2400	0	wenig Ketten und Haufen	
(Normaler Hund)	1200	2	—	0	—	0	—	0	—	0	
3	—	1068	—	189	—	240	—	770	—	sehr wenige Dipl.	
(Normaler Hund)	—	8	26	—	—	380	—	0	—	0	
4	—	1050	—	945	—	120	—	24300	—	Viele Ketten und Haufen	
(Normaler Hund)	—	10	8	—	—	4	—	0	—	0	
5 (Normaler Hund)	—	850	—	360	—	—	212	3560	—	Viele Dipl.	
6 (Normaler Hund)	—	600	—	420	—	—	36000	∞	—	Dipl. ∞	
7	—	12	—	27	—	420	—	(∞ ?)	—	Wenige Ketten	
(Normaler Hund)	528	3	—	0	—	0	—	0	0		
8	—	15	3	—	0	—	—	∞	—	Dipl. ∞	
(Normaler Hund)	528	0	0	—	0	—	—	∞	—		

Tab. V. Hammelblutserum.

Nummer des Thieres	Menge der Einsaat	Stunden								Präparate nach 24 Stunden	Resultat der Experimente
		0	2	3	4	6	7	24	48		
1 (Normaler Hammel)	Serum v. versch. Tagen	15 140	252 92	—	—	120 0	—	0 0	—	0 0	Das Thier überstand wiederh. intrapulmon. Impfung mit 2, 4, 6 ccm.

Tab. VI. Menschliche Ascitesflüssigkeit.

1	∞	558	2052	—	—	18439	—	∞	0	Dipl. ∞
	3894	2	1	—	—	16	—	35	0	0
2	∞	1400	6080	—	—	∞	—	12390	0	Dipl. ∞
	3894	3	17	—	—	3520	—	∞	0	
3	∞	1280	4897	—	—	43680	—	∞	—	Dipl. ∞
	3894	4	15	—	—	1219	—	∞	—	
4	∞	2340	270	—	—	0	—	0	—	0
	1896	0	0	—	—	0	—	0	—	0
5	∞	2120	160	—	—	9	—	20826	—	viele Dipl.
	1896	0	0	—	—	0	—	0	—	0
6	∞	—	—	—	—	—	—	∞	—	Dipl. ∞
von verschiedenen Tagen der Krankheit	∞	—	—	—	—	—	—	∞	—	
	∞	—	—	—	—	—	—	∞	—	

tödten vermochte. Gewöhnlich wurden zwei Proben von Serum desselben Ursprungs mit verschiedenen Mengen inoculirt. Unmittelbar nachdem das geschehen war, wurden von einer Platinöhse Serum, die $^1/_{300}$ ccm enthielt, Agarplatten gegossen und die Reagensgläser mit dem Serum gut verschlossen in den Brütofen gebracht, der auf c. 39·3° C. eingestellt war. Nach weiteren 2—48 Stunden fertigten wir neue Platten an, indem wir für möglichst gleichmässige Vertheilung der Bacterien in den Culturen durch Schütteln Sorge trugen. Die Zählung der im Agar gewachsenen Colonieen musste unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrösserung erfolgen, da dieselben oft zu klein waren, um mit der Lupe sicher gezählt werden zu können. Nach 24 (48) Stunden wurden auch gefärbte Präparate hergestellt, deren Wichtigkeit später erhellen wird. In der letzten Colonne sind die Resultate der nur ausnahmweise — bei normalen Kaninchen — unterlassenen experimentellen Prüfung der Thiere angegeben. Die Impfung derselben wurde entweder noch an dem nämlichen oder an einem der folgenden Tage durch Injection einer kleinen Quantität virulentesten Materials in die Ohrvene vorgenommen.

Aus der Tabelle ist zu ersehen, dass die Entwickelung virulenter Diplokokken im Serum normaler Kaninchen in ausserordentlich schneller Weise vor sich geht; z. B. wurde in einem dieser Fälle berechnet, dass in weniger als einer halben Stunde die Verdoppelung der Individuenzahl erfolgte. Bei reichlicher Impfung war schon zwischen 2 und 7 Stunden das Maximum des Wachsthums (d. h. etwa 200,000 Individuen auf $^1/_{300}$ ccm) erreicht. Gewisse Verschiedenheiten in der Rapidität der Entwickelung sind auch bei normalen Kaninchen vorhanden. Nach intravenöser Infection dieser Thiere trat der Tod stets in 24—48 Stunden ein.

Bei Kaninchen, von denen einige sich früher als immun erwiesen, andere leichtere Infectionen überstanden hatten, ändert sich schon das Bild. Das Wachsthum im Serum derselben ist ein langsameres oder zeigt zuerst gar Rückschritte, um dann freilich, wie Plattencultur und mikroskopische Präparate lehren, schnell die Höhe zu erreichen. Die Ergebnisse der Experimente sind hier verschieden. Von den Kaninchen Nr. 16 und 17 starb das eine, das in sehr schlechtem Ernährungszustand sich befand, in 40 Stunden mit spärlich entwickelter Septicämie, das andere erst in 60 Stunden. Nr. 19 zeigte sich bei der Prüfung nicht immun. Leider war aus unseren Aufzeichnungen aber nicht festzustellen, wo und mit welcher Quantität die Impfung erfolgt war. Die Autopsie ergab einen Befund, der auf eine doppelte Infection schliessen liess. Das Resultat bei Nr. 21 war insofern different, als der Tod zwar auch, aber erst nach 5 Tagen eintrat und keine Bacterien in der Leiche nachzuweisen waren. Offenbar handelte es sich hier um ein resistenteres

Thier; in seinem Serum war trotz starker Einsaat anfangs eine erhebliche Abnahme der Diplokokken erfolgt. Notirt werden muss, dass Nr. 18, obwohl ein merkbar verzögertes Wachsthum im Serum stattfand, doch in 40 Stunden an Septicämie einging.

Bei den 6 sicher immunen Kaninchen ergeben sich folgende Verhältnisse. Entweder findet sich im Blutserum eine stetige Abnahme der eingesäeten Mikroorganismen oder nur eine langsame und mässige Zunahme oder aber ein unregelmässiges Auf- und Abschwanken ihrer Zahl. Dieser letztere Umstand erklärt sich theilweise aus dem mikroskopischen Bilde. Es sind statt unzähliger isolirter Diplokokken nur wenige grössere Haufen von Kokken mit zahlreichen Degenerationsformen zu sehen. Wie es scheint, haben sich nur wenige Individuen und auch diese in anomaler Weise entwickelt. Diese Thiere sind alle dauernd immun geblieben, aber bei einigen bewiesen die Krankheitserscheinungen, die nach der Injection auftraten, deutlich, dass eine beschränkte Vermehrung der Bacterien auch im Körper stattgefunden hatte.

Es lässt sich also eine sehr weitgehende Uebereinstimmung zwischen der Art des Wachsthums der virulenten Diplokokken im lebenden Blut und im freien Serum nicht verkennen.

Diejenigen Thiere, die an Septicämie sterben, lassen in ihrem Serum die Diplokokken zu üppigster normaler Entfaltung kommen, bei denjenigen, welche von der Krankheit geheilt werden, findet sich im Serum eine beschränkte und unregelmässige Entwickelung und das Serum der Thiere, die gar keinen Effect der Injection verspüren, tödtet die Mikroorganismen ohne weiteres ab.

Im Serum der Meerschweinchen (Tab. III) sind alle Arten des Schicksals der eingesäeten Diplokokken, die wir bei Kaninchen gefunden haben, vertreten: Entweder eine vollständige Vernichtung oder eine mässige und anomale Vermehrung oder aber ein üppiges Wachsthum, mag dasselbe gleich von Anfang an und unaufhaltsam stattfinden, oder demselben in den ersten Stunden eine mehr oder weniger ausgesprochene Abnahme der Zahl voraufgehen. Die entsprechenden Experimente konnten nicht in allen Fällen, weil durch accidentelle Ursachen vorher der Tod erfolgte, angestellt werden. Nr. 9, in dessen Serum eine gute Entwickelung der Diplokokken erfolgte, starb nach der subcutanen Einverleibung einer mittleren Dosis etwa in derselben Zeit, wie ein Kaninchen, war also entschieden ein relativ empfängliches Individuum. Nach allen unseren Erfahrungen hätte bei Einspritzung ins Blut (Peritoneum) schon eine viel kleinere Dosis denselben Effect gehabt. Bei anderen Meerschweinchen, in deren Serum eine völlige Hemmung des Wachsthums zu verzeichnen

war, lag der positive Erfolg der Infection jedenfalls an der Grösse der gewählten Dosis, die relativ weitaus diejenige der Einsaat im Serum übertraf. Z. B. ergiebt für Nr. 6 eine einfache Rechnung, dass die Zahl der injicirten Bacterien etwa 100 Mal grösser war, als derjenigen entsprochen hätte, die, bei der Inoculation von 1800 Bacterien pro Cubikcentimeter, in der gesammten Blutmenge des Meerschweinchens vorhanden gewesen wäre. Eine so geringe Menge hätte das Thier, das jetzt erst nach drei Tagen starb, sicher nicht getödtet. Welche Bedeutung übrigens die verschiedene Grösse der Einsaat haben kann, sieht man an mehreren Fällen der Tabellen II—VI. Wenige Bacterien können ohne Vermehrung zu Grunde gehen, während in demselben Serum eine grössere Zahl ausgezeichnet gedeiht.

Beim Hunde (Tab. IV) lagen die Dinge ähnlich wie beim Meerschweinchen, indessen fand sich kein Fall, in welchem das Wachsthum ein so üppiges war, als dort manchmal. Entweder erfolgte wenigstens ursprünglich eine Abnahme oder die Vermehrung blieb eine Reihe von Stunden lang ganz unmerklich. Alle Hunde erwiesen sich bei intravenöser oder intraperitonealer Einspritzung grosser Dosen refractär, wenn auch bei einigen von ihnen danach Krankheitssymptome vorhanden waren.

Das Hammelserum (Tab. V) tödtete grosse und kleine Mengen von Mikroorganismen entweder sofort oder nach geringfügiger Vermehrung ab. Das Thier, von dem es stammte, zeigte auf Einspritzung grösster Diplokokkenmassen in die Lungen kaum eine Reaction.

In menschlicher Ascitesflüssigkeit (Tab. VI) waren grosse individuelle Differenzen erkennbar. Auf der einen Seite schnelle oder langsame Entwickelung bis zu reichlichster Entfaltung, auf der anderen Vernichtung grösserer Quantitäten von Bacterien, ohne dass auch nur eine vorübergehende Zunahme einzutreten brauchte. Wie wir im zweiten Theil dieser Arbeit wahrscheinlich zu machen gesucht haben, bestehen beim lebenden Menschen entsprechende Unterschiede der individuellen Disposition gegenüber der Krankheitsursache der Pneumonie.

Als Ergebniss der bisher besprochenen Versuche dürfte also folgen, dass die Culturprobe mit virulenten Diplokokken im Blutserum der in Frage kommenden Organismen im allgemeinen einen guten Maassstab für die verschiedene Empfänglichkeit derselben abgiebt. Wo sich die Beziehungen weniger deutlich ausprägen, da geschieht das wohl ausnahmslos in dem Sinne, dass die faktische Immunität des lebenden Körpers eine grössere ist, als man nach den noch positiv ausfallenden Ergebnissen der Züchtung im Serum erwarten sollte (vergl. Hund 6 und 8). Wie verhalten sich nun die Diplokokken verschiedener Virulenz im Blutserum?

In den Versuchen, die in Tabelle VII zusammengestellt sind, haben wir absichtlich eine möglichst grosse Zahl verschiedener Varietäten des Pneumoniecoccus und auch wieder Thiere von ungleicher Empfänglichkeit gewählt. Mit nur einer Ausnahme ist in einer langen Reihe von Experimenten ein Ergebniss klar zu Tage getreten, dass nämlich die virulenten Mikroorganismen eine weit bessere Entwickelung zeigten als die übrigen. Der ganz unschuldige Diplococcus Nr. 22 (Kaninchen 8 und 18), sowie eine noch schwach pyogene Varietät Nr. 35 (Kaninchen 11 und 19) zeigten kaum die Spur eines Wachsthums. Andere abgeschwächte Bacterien liessen erst eine beträchtliche Abnahme und später eine oft sehr langsame Zunahme erkennen. In einem Fall, der Nr. 47 (11. Kaninchen) betraf, schritt die Entwickelung gleichmässig und schnell vorwärts, in einem anderen, bei Nr. 58 (22. Kaninchen), war das schliessliche Resultat ein ganz exceptionelles, indem die abgeschwächte Varietät bedeutend besser gedieh als die virulente. Wir betrachten die letzteren beiden Fälle als Ausnahmen von der Regel, die sicherlich nicht leicht zu erklären sind. Auf einen Punkt, dem vielleicht eine gewisse Bedeutung zukommt, möchten wir doch hinweisen, nämlich auf den Einfluss der Wachsthumsform. Gerade die letzten beiden Varietäten neigten zur Bildung sehr grosser Ketten und wuchsen in Bouillon wie im Blutserum in Form eines flockigen Präcipitats. Diese Eigenschaft scheint aber in ungünstigem Nährboden von Vortheil zu sein; sie dürfte in demselben Sinne wie eine Vermehrung der Einsaat wirken. Wenn grössere Mengen von Bacterien aneinander haften bleiben, vermögen sie gemeinsam den Widerstand zu überwinden, der isolirten Individuen verderblich wird. Die Entscheidung darüber, ob diese Erklärung das richtige trifft, würde ein Experiment liefern, das wir leider, wie oben bemerkt, nicht haben anstellen können. Es bestände darin, durch stetige Bewegung des Serums ein Zusammenballen und die Bildung eines Niederschlags zu verhüten.

Wir dürfen uns bei diesen Versuchen auch nicht verhehlen, dass wir ausserhalb des Körpers die im lebenden Organismus vorliegenden Verhältnisse nur in unvollkommener Weise nachahmen. Erstens wissen wir schon nicht, wie viel von dem ursprünglichen Vermögen des Serums bei dem Vorgang der Gerinnung verloren geht. Zweitens sind die Säfte des Körpers, namentlich im Kreislauf selbst einer beständigen circulatorischen Bewegung unterworfen und bringen dadurch die empfindlicheren Mikroorganismen immer von neuem mit einer frischen Schädlichkeit in Berührung. Zuletzt dürfen wir auch nicht vergessen, dass den dem Serum selbst innewohnenden Kräften auch noch andere zu Hülfe kommen könnten. Da wäre an die Gase des Blutes und der Gewebe, aber auch chemische Lebensäusserungen der Zellen anderer Art zu denken. Gerade

Tabelle VII. Versuche mit Kaninchenserum und Diplokokken verschiedener Virulenz.

Nummer der Kaninchen, entsprechend Tab. II	Nummer der Varietät	Menge der Einsaat	Stunden 0	2	3	4	6	7	24	48	Präparate nach 24 Stunden	
8 (Normales Kaninchen)	68 virulent	32400	35	—	918	—	43 200	—	32 500	—	Dipl. ∞	
	22 unschuldig	∞	1140	—	726	—	552	—	9	—	Sehr wenige	
11 (Normales Kaninchen)	68 1. Gen. virulent	—	0	110	—	—	10 368	—	∞	—	Dipl. ∞	
	18. „ wenig virul.	—	9	7	—	—	0	—	∞	—	Dipl. ∞	
	Gelat. wenig virulent	—	60	25	—	—	0	—	∞	—	Dipl. ∞	
	35 pyogen.	—	210	196	—	—	150	—	20	—	0	
	47 „	—	108	924	—	—	∞	—	∞	—	∞ Ketten	
12 (Normales Kaninchen)	68 1. Gen. virulent	—	3654	3600	—	(∞)	—	120	—	—	Dipl. ∞	
	22. „ wenig virul.	—	9700	7500	—	—	—	2604	—	—	Viele Ketten	
	1. „	—	0	24	—	—	—	38 760	—	—	Dipl. ∞	
	24. „	—	50	0	—	—	—	0	0	—	0	
	1. „	—	288	650	—	—	—	42 000	—	—	∞	
	26. „	—	1210	510	—	—	—	26	0	—	0	
	1. „	—	0	38	—	—	—	340	—	—	Dipl. ∞	
	28. „	—	6612	4950	—	—	—	1984	—	—	Dipl. ∞	
13 (Normales Kaninchen)	68 1. Gen. virulent	—	5512	34 904	—	—	—	∞	—	—	Dipl. ∞	Diese 3 Kaninchen wurden mit einer sehr geringen Quantität von der 22. Gen. Nr. 68 geimpft, reagirten aber kaum darauf. Von 2 zu 2 Tagen Entnahme neuen Blutserums.
	22. „ wenig virul.	—	5140	4851	—	—	—	9349	—	—	Dipl. ∞	
	1. „	—	0	35	—	—	—	∞	—	—	Dipl. ∞	
	24. „	—	85	49	—	—	—	30	0	—	nach 48 Stdn. zahlr. Ketten	
	1. „	—	245	264	—	—	—	∞	—	—	∞	
	26. „	—	1785	649	—	—	—	585	∞	—	∞	
14 (Normales Kaninchen)	68 1. Gen. virulent	—	1720	16 650	—	—	—	50	—	—	Dipl. ∞	
	22. „ wenig virul.	—	780	1836	—	—	—	18 220	—	—	Dipl. ∞	
	1. „	—	0	15	—	—	—	∞	—	—	∞	
	24. „	—	4212	384	—	—	—	1924	1620	—	Viele Ketten	
	1. „	—	1403	7015	—	—	—	∞	—	—	∞	
	26. „	—	2394	4108	—	—	—	27 250	45 000	—	∞	
	1. „	—	0	0	—	—	—	5616	3472	—	Dipl. ∞	

(Normales Kaninchen)	1. Gen. virulent	—	2480	29 696	—	—	—	∞	—	—	Dipl. ∞	Dieses Kaninchen wurde am 1. Tage der Serumentnahme mit 0·5 ccm Cultur von der 22. Gen. 68 inficirt, bekam eine grössere Geschwulst. Von 2 zu 2 Tagen Entnahme neuen Serums.
	22. „ wenig virul.	—	3744	3735	—	—	—	14 040	—	—	Dipl. ∞	
	1. „	—	0	47	—	—	—	∞	—	—	∞	
	24. „	—	364	240	—	—	—	75	378	—	0	
	1. „	—	1365	1792	—	—	—	45 300	—	—	∞	
	26. „	—	1386	120	—	—	—	240	0	—	0	
	1. „	—	0	0	—	—	—	0	20 420	—	∞	
	28. „	—	1300	117	—	—	—	0	0	—	0	
19	68											
(Kaninchen ist etwas refractär)	1. Gen. virulent	—	90	9	—	—	150	—	∞	—	Dipl. ∞	
	17. „ wenig virul.	—	0	0	—	—	0	—	18 720	—	Dipl. ∞ und Ketten	
	Gelat. wenig virulent	—	0	0	—	—	0	—	∞	—	∞	
	Gelat. wenig virulent	—	175	15	—	—	0	—	∞	—	∞	
	35 pyogen	—	282	150	—	—	57	—	3240	—	Wenige Ketten und Haufen	
	22 unschuldig	—	928	464	—	—	90	—	5340	—	Wenig. Haufen	
	41 pyogen	—	300	464	—	—	462	—	∞	—	∞ Ketten	
	44 „	—	174	28	—	—	9	—	∞	—	∞ Ketten, Haufen	
	47 (Agar) pyogen	—	550	10	—	—	0	—	∞	—	∞ Ketten	
	47 (Gelatine) „	—	294	70	—	—	28 000	—	40 698	—	∞ gr. Ketten	
22	68											
(Immunes Kaninchen)	1. Gen. virulent	2310	18	—	—	0	—	0	1	0	0	
	1. „ „	∞	1260	—	—	2430	—	0	4	0	0	
	58 pyogen	315	1	—	—	0	—	10	0	∞	∞ Ketten (48 Stdn.)	
	58 „	1400	12	—	—	115	—	855	29 540	∞	∞ Ketten	
27	68											
mmunes Kaninchen)	1. Gen. virulent	—	1680	2255	—	—	—	45	—	—	Wenig. Haufen	
	22. „ wenig virul.	—	2352	624	—	—	—	660	—	—	Sehr wenige Haufen	
	1. „	—	0	17	—	—	—	165	0	—	Sehr wenige Haufen	
	24. „	—	0	0	—	—	—	0	0	—	0	
	1. „	—	6215	12 606	—	—	—	988	0	—	Sehr wenige Haufen	
	26. „	—	1020	0	—	—	—	0	0	—	0	
	1. „	—	0	0	—	—	—	—	135	—	Sehr wenige Haufen	
	28. „	—	3248	3732	—	—	—	—	13 130	—	Wenig. Haufen	

diejenigen Bacterien, die längere Zeit unter saprophytischen Bedingungen gelebt haben, reagiren vielleicht auf dergleichen Einflüsse besonders leicht. Unter Berücksichtigung aller dieser Umstände treten die Ausnahmen von der allgemeinen Regel noch mehr in den Hintergrund; ohne den Thatsachen Gewalt anzuthun, glauben wir es daher als sehr wahrscheinlich bezeichnen zu können, dass die Eigenschaften des Blutserums als wesentlichster Faktor der Immunität gegenüber dem Pneumoniecoccus angesehen werden muss.

Ueber die Art und Weise, in der sich das entwickelungshemmende Vermögen des Blutes entwickelt, haben wir einige Experimente angestellt, die freilich in grösserem Maassstabe wiederholt und variirt werden müssten. Ein normales Kaninchen, Nr. 15, wurde mit 0·5 ccm einer abgeschwächten Cultur, nämlich der 21. Generation von Nr. 68, unter die Haut geimpft, und demselben noch am nämlichen Tage Blut entzogen, dessen Serum auf seine Nährfähigkeit gegenüber den virulenten und diesen abgeschwächten Kokken geprüft wurde. An den folgenden Tagen entwickelte sich bei diesem Thier ein localer Process, der im Laufe von etwa 4 Tagen wieder zum Rückgange neigte. Von 2 zu 2 Tagen nach der Impfung haben wir dem Kaninchen neues Serum entnommen und immer die doppelte Wachsthumsprobe wiederholt. Die Resultate sind in der Tabelle VII angegeben, ebendaselbst finden sich analoge Versuche mit 3 anderer Thieren verzeichnet, die als Controle dienen können. Sie waren eigentlich in der Absicht unternommen, eine continuirliche Reihe von örtlichen Reactionen verschiedener Intensität zu erzielen, aber die zur Infection verwendeten Quantitäten erwiesen sich als zu klein, um überhaupt wesentliche Krankheitserscheinungen hervorzurufen. Aus den Zahlen ergiebt sich, dass bis zum 6. Tage — der 4. Serumprobe — die wachsthumshemmende Kraft des Serums vom Kaninchen Nr. 15 nicht unbeträchtlich zugenommen hat. Während bei den Controlthieren 12 und 14 die gleiche Menge virulenter Kokken (1. Generation) ein schnelles Wachsthum entfaltete, war die Entwickelung bei Nr. 15 entschieden verzögert. Während bei den Controlthieren ferner die abgeschwächten Bacterien (28. Generation) nach vorübergehender Abnahme sich üppig vermehrten, trat bei Nr. 15 schnell und definitiv die Abtödtung ein. Die Zunahme der bacterienfeindlichen Eigenschaft des Serums bei letzterem Kaninchen war schon bei der zweiten Blutentnahme (1. [virulente] und 24. Generation) — d. h. zwei Tage nach der Impfung — unverkennbar und wuchs bis zum 6. Tage. Also zugleich mit der Heilung der örtlichen Krankheit entwickelte sich das wachsthumhemmende Vermögen des Serums.

Von dem Grade der Beständigkeit der im Serum wirkenden Kräfte suchten wir uns durch eine Reihe von Versuchen Rechenschaft zu geben.

Bei gewöhnlichen Temperaturen lassen sich dieselben lange Zeit conserviren. Aber auch eine einstündliche Erhitzung auf 55° thut ihnen keinen merklichen Abbruch. Ebenso wenig wirkt ein 24stündlicher Aufenthalt bei 37—40° schädlich auf die entwickelungsfeindliche Fähigkeit vernichtend. Eine Vorbedingung dafür scheint jedoch zu sein, dass dem Serum möglichst wenige zellige Bestandtheile beigemengt sind. Daraus ergiebt sich ohne weiteres die Regel, Wachsthumsproben bei dieser Temperatur niemals mit defitrinirtem Blute vorzunehmen. Die Ansichten der früheren Forscher bezüglich des Einflusses der Temperatur auf die bactericiden Eigenschaften des Serums sind getheilt. Zum Theil dürften sich diese Differenzen daraus erklären, dass es sich einmal um eine einfache Wachsthumshemmung im Serum, ein anderes Mal aber um eine unmittelbar keimtödtende Fähigkeit desselben handelt. Für die Ascitesflüssigkeit haben wir die interessante Thatsache gefunden, dass während der Aufbewahrung bei gewöhnlicher oder bei höherer Temperatur eine ganz ausgesprochene Zunahme der wachsthumfeindlichen Kräfte in demselben entwickelt, welche auch durch Verdünnung und Erhitzung des Serums auf 55° nicht rückgängig zu machen ist. Eine Erklärung dafür haben wir bis jetzt nicht. Sollte dieselbe etwa mit dem langsamen Eintritt der Coagulation in der Transsudatflüssigkeit zusammenhängen? Wie man sieht, giebt es hier noch viele Verhältnisse aufzuklären.

Auch mit dem Kammerwasser des Auges von normalen und immunen Kaninchen, Meerschweinchen und Hunden wurde experimentirt. Das Resultat war durchaus eindeutig: in jedem Falle trat auch bei stärkerer Einsaat von Diplokokken schon nach einem Aufenthalt von zwei Stunden im Ofen eine rapide und continuirliche Verminderung der Bacterienzahl ein, die auch nicht durch späteres Wachsthum wieder ausgeglichen wurde. Ganz dasselbe Ergebniss hatten wir bei Impfung derselben Quantität von Diplokokken in 0·6% Kochsalzlösung. Also dürfte wohl anzunehmen sein, dass dieselben im humor aquens unserer Versuchsthiere in derselben Weise absterben, wie in einer Flüssigkeit, die ihnen keine Nährsubstanzen gewährt.

Durch die voranstehenden Untersuchungen glauben wir den Grund zu einer rationellen Erklärung des verschiedenen Verlaufes der Diplokokkeninfectionen gelegt zu haben. Die drei möglichen Fälle, nämlich die absolute Immunität gegen eine Infection, die durch dieselbe veranlasste Krankheit und Heilung, und der durch Septicämie verschuldete tödtliche Ausgang konnten auf die dem Blutserum des ergriffenen Thieres innewohnenden Eigenschaften zurückgeführt werden. Auf die practischen Folgerungen, die sich an diese Erkenntniss knüpfen, braucht wohl nur hingewiesen zu werden. Der

günstigste Fall wäre der, dass sich diejenigen Stoffe, welche das Vermögen des Serums immuner und immunisirter Thiere, den Krankheitskeim zu tödten oder seine Entwickelung zu hemmen, bedingen, in wirkungs- und direct assimilationsfähigem Zustande isoliren liessen. Dadurch wäre die Möglichkeit gegeben, auch dem Blute eines durch die Infection bedrohten Organismus, diese Stoffe, die ihm von Natur abgehen, einzuverleiben und dadurch Heilung zu erzielen. Aber — mit gewissen Beschränkungen — liesse sich vielleicht schon das Serum selbst zu diesem Behufe verwenden. Man hätte damit eine neue Basis für die Anwendung der Bluttransfusion gewonnen.[1]

Es würde an dieser Stelle zu weit führen, die in den letzten beiden Capiteln unserer Arbeit gewonnenen Resultate mit denen, die sich bisher bei anderen Infectionskrankheiten ergeben haben, zu vergleichen. In mancher Beziehung scheinen die letzten jetzt einer Wiederholung dringend bedürftig.

[1] Einen Tag vor der Absendung dieser Arbeit kam uns die Veröffentlichung von *G.* und *F. Klemperer* zu Gesicht, in der wir die experimentelle Bestätigung unserer Aufstellungen fanden. Freilich können wir uns mit der von den Autoren vertretenen theoretischen Auffassung dieser Vorgänge nicht einverstanden erklären; es handelt sich bei der Heilung der Diplokokkeninfection nicht darum, dass das Bacterium kein Gift mehr zu bilden im Stande ist, oder dass das gebildete Gift für den Körper nicht mehr giftig ist, sondern darum, dass das Wachsthum desselben zum Stillstand kommt. Mit den von *Behring* und *Kitasato* für Tetanus und Diphtherie erhaltenen Ergebnissen hat der Erfolg der Seruminjection in unserem Falle also nichts zu thun, wohl aber mit den Resultaten *Ogata's* beim Milzbrand.

Litteratur-Verzeichniss.

1. Pasteur. Sur une maladie nouvelle provoquée par la salive d'un enfant mort de la rage. 1881. *Compt. rend.* Tom. 92. S. 159.

2. Sternberg, G. M., The Pneumonia-Coccus of Friedländer (Micrococcus Pasteuri, Sternberg). *Amer. Journ. of med. sciences*, July. Referat, *Centralblatt für klin. Med.* 1885. 36. S. 605.

3. a) Fränkel, A., *Bacteriologische Mittheilungen.* Verhandlung. des Vereins für innere Medicin, 13 Juli; *Deutsche med. Wochenschrift.* 1885. Nr. 31. S. 546.

b) Fränkel, A., *Bacteriologische Mittheilungen. Zeitschr. für klin. Medicin.* Bd. X. 1886. Heft 5 und 6; Bd. XI. 1886. Heft 5 und 6.

4. a) Weichselbaum, A., Ueber die Aetiologie der acuten Lungen- u. Rippenfell-Entzündungen. *Wiener med. Jahrbücher.* 1886. S. 483.

b) Weichselbaum, A., Ueber die Aetiologie der acuten Meningitis cerebro spinalis. *Fortschritte der Medicin.* Bd. V. 1887. Nr. 18 und 19.

c) Weichselbaum, A., Ueber seltenere Localisationen des pneumonischen Virus (Diplococcus pneumoniae). *Wiener klin. Wochenschrift.* 1888. Nr. 28—32.

5. Biondi, D., Die pathogenen Microorganismen des Speichels. *Diese Zeitschr.* Bd. II. 1887. Heft 2. S. 194.

6. Arustamow, M. J., Ueber Aetiologie und klinische Bacteriologie der croupösen Lungenentzündung. *Baumgarten's Jahresbericht.* 1889.

7. a) Foà, P., Weitere Untersuchungen über die Aetiologie der Pneumonie. *Deutsche med. Wochenschrift.* 1889. Nr. 2. S. 21.

b) Foà, P. u. Bordoni-Uffreduzzi, G., Ueber Aetiologie der „Meningitis cerebrospinalis epidemica." *Diese Zeitschrift.* 1888. Band IV. S. 67.

8. Bonome, A., Ueber die Unterscheidungsmerkmale zwischen dem Streptococcus der epidemischen Cerebrospinal-Meningitis und dem Diplococcus pneumoniae. *Centralblatt für Bacteriol. und Paras.* 1890. Band VII. S. 670.

9. Banti, Sopra alcune lozalizzazioni extrapulmonari del Diplococco lanceolato capsulato. *Ricerche.* Firenze. 1890.

10. W. Kruse, Pansini und Pasquale, Influenzastudien. *Centralblatt für Bacteriol. und Paras.* 1890. Band VII. S. 651.

11. Pasquale, A., Uteriori ricerche sugli streptococchi delle mucose a contributo all' etiologia della coryza. *Gionale internazionale delle Scienze Mediche.* 1890.

12. Pansini, Bacteriologische Studien über den Auswurf. *Virchow's Archiv* 1890. Bd. CXXII. S. 425.

13. Gamaleia, Sur l'étiologie de la pneumonie fibrineuse chez l'homme. *Annales de l'Institut Pasteur.* 1888. Nr. 8.

14. Monti, A., Sull' etiologia della pulmonite fibrinosa. *Riforma medica.* 1889. Giugno.

15. Tschistovitch, N., Des phénomènes de phagocytose dans les poumons. *Annales de l'Institut Pasteur.* 1889. p. 337.

16. Behring und J. Nissen, Ueber bacterienfeindliche Eigenschaften verschiedener Blutserumarten. Ein Beitrag zur Immunitätsfrage. *Diese Zeitschrift.* 1890. Bd. VIII. S. 412.

17. Bonardi, Prime ricerche sulta chimica del Diplococco di Fränkel. *Rivista generale italiana di clinica medica.* 1889. Nr. 7 e 8.

18. Foà e Carbone, Sulla immunità verso il Diplococco pneumonico. *Riforma medica.* 1891. Vol. 1. p. 127.

19. Pasquale, A., Di un nuovo microorganismo piogeno (Diplococcus pyogenes) *Giornale medico del R°. Esercito e della R^a. Marina.* 1890.

20. Ortmann, P., Beitrag zur Aetiologie der acuten Cerebrospinal-meningitis. *Archiv für exper. Pathol. und Pharmak.* Band XXIV. 1888.

21. Guarnieri, G., Studii sulla etiologia della pulmonite. *Atti della R. Accad. med. di Roma.* 1888. Vol. IV. Serie II.

22. Kirchner, M., Bacteriologische Untersuchungen über Influenza. *Diese Zeitschrift.* 1890. Band IX. S. 528.

23. Nikiforoff, Ueber einen, dem Diplococcus pneumoniae sehr ähnlichen Mikroorganismus. *Diese Zeitschrift.* 1890. Band VII. Heft III. S. 531.

24. Bordoni-Uffreduzzi, G. und Gradenigo G., Ueber die Aetiologie der otitis media. *Centralblatt für Bacteriologie und Paras.* 1890. Band VII. S. 529, 556, 895.

25. Tizzoni e Mircoli, Intorno ad alcune localizzazioni della infezione determinata nell' uomo dal diplococco lanceolato e capsulato del Fränkel. *Rivista medica.* 1888.

26. Patella, Ricerche batteriologiche sulla pneumonite cruposa. *Atti della R. Accad. med. di Roma anno XV., vol. IV.* Serie VI. 1889.

27. Petruschky, Bacterio-chemische Untersuchungen. *Centralblatt für Bacteriol. und Paras.* 1889. Nr. 23 und 24; 1890. Nr. 1 und 2.

28. Klein, Ein Beitrag zur Kenntniss des Pneumokokkus. *Centralblatt für die med. Wissenschaften.* 1884. Band 22. Nr. 30.

29. Monti, Influenza dei prodotti tossici dei saprofiti sulla restituzione della virulenza ai microparassiti attenuati. *Atti della R. accad. dei Lincei.* Vol. II. 1887. Nr. 7.

30. Hüppe, F., Die Formen der Bacterien und ihre Beziehungen zu den Gattungen und Arten. Wiesbaden. 1886.

31. Belfanti, S., L'infezione diplococcica nell' uomo. *Riforma medica.* 1890. 10. Marzo.

32. Pernice e Alessi, Sulla diffusione nell' organismo del pneumococco di Fränkel nella pneumonite crupale. *Riforma medica.* VI. 1890. Nr. 111, 112. p. 662, 668.

33. Besser, von, Ueber Bacterien der normalen Luftwege. *Ziegler's Beiträge zur pathologischen Anatomie und allgemeinen Pathologie.* 1889. Band VI. Heft IV. S. 331.

34. Lucatello, L., Note batteriologiche sopra certe particolarità del sangue pneumonico in rapporto a varii microorganismi. *Rivista clinica.* 1889. punt. III.

35. Netter, Du Microbe de la pneumonie dans la salive. *Compt. rend. hebdom. des Séances de la Société de Biologie.* 1887. 4. Novbr. No. 34.

36. de Giaxa et Guarnieri, Contribution à la connaissance du pouvoir bactericide du Sang. *Annales de Micrographie.* 1891. Tom. III. No. 10 et 11. p. 475.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Zur Theorie der Immunität gegen Milzbrand.

Von

Dr. **Th. Weyl.**

Wenn man Sporen des virulenten Milzbrandes, welche eine Zeit lang im Körper eines gegen Milzbrand immunen Thieres verweilt hatten, in den Körper eines gegen Anthrax empfänglichen Thieres überträgt, darf man die Gründe, weshalb das erste Thier gegen Milzbrand gefestigt war, festzustellen hoffen.

Entweder nämlich geht das empfängliche Thier an Milzbrand zu Grunde: dann beruht die Immunität des immunen Thieres auf Entwickelungshemmung, welche im empfänglichen Thiere nicht fortdauert. Oder das empfängliche Thier bleibt am Leben: dann werden die Sporen im Körper des immunen Thieres unwirksam gemacht, d. h. abgeschwächt oder getödtet.

Eine Entscheidung dieser Möglichkeiten habe ich durch die im folgenden geschilderten Versuche zu erhalten gesucht.

Ich brachte Seidenfäden, welche mit Milzbrandsporen imprägnirt waren, Hühnern und Tauben[1] unter die Brust- oder Bauchhaut und

[1] Ich weiss wohl, dass Tauben und Hühner nicht absolut immun gegen Milzbrand sind. Dass aber meine Thiere wirklich immun waren, zeigt die folgende Tabelle:

Es überstanden:		Impfungen mit virulentem Milzbrand:
Taube Nr. IX	identisch mit Taube Nr. V	2
„ Nr. VIII	„ „ „ Nr. VI	2
„ Nr. XIII	„ „ „ Nr. I	2
„ Nr. XV	„ „ „ Nr. V und Nr. IX.	3
„ Nr. XVI	„ „ „ Nr. IV	2
„ Nr. VI	„ „ „ Nr. VIII	2
Huhn Nr. V	„ „ Huhn Nr. VII	2
„ Nr. III	„ „ „ Nr. VI	2
„ Nr. II	„ „ „ Nr. VIII	2

Es geht auch aus der Tabelle hervor, dass bei sechsfacher Impfung die Immunität nicht verloren ging. — Die hier nicht aufgeführten Thiere wurden erst 20 bis 25 Tage nach der Impfung getödtet.

impfte mit diesen Fäden, nachdem sie eine gewisse Zeit im Körper des immunen Thieres verweilt hatten, weisse Mäuse. Der benutzte Milzbrand war äusserst virulent. Er tödtete Mäuse und Meerschweinchen in spätestens 24 Stunden.

Alle Seidenfäden waren nach derselben Methode mit Sporen derselben Milzbrand-Agarcultur imprägnirt worden.

Das Schema meiner Versuche war das folgende. Dem von einem Gehülfen gehaltenen Thieren wurden 2—3 Fäden in dieselbe Hauttasche geschoben. Die Wunde der ohne Blutung verlaufenen Operation wurde durch Collodium und Verbandwatte verschlossen. Die Operationsstelle war durch einen farbigen Punkt kenntlich gemacht worden.[1] Als Infectionsstelle diente Brust oder Bauch. Nach einer gewissen Zeit wurden die Fäden unter den bekannten Cautelen herausgenommen und in zwei, zuweilen auch drei Theile zerschnitten. Theil I erhielt eine weisse Maus unter die Haut, Theil II kam auf Agar, Theil III in Bouillon. Die Fäden verblieben 1 bis 15 Tage im Körper des immunen Thieres.[2]

Bei einigen Versuchen — sie sind in den folgenden Tabellen durch ein Ausrufungszeichen (!) in der ersten Columme kenntlich gemacht — habe ich von denjenigen Fäden, welche den immunen Thieren einverleibt werden sollten, ein Stückchen abgeschnitten und mit diesem eine Maus oder ein Agar-Rohr erfolgreich geimpft.

Tauben.

Laufende Nr.	Taube Nr.	Fäden in Taube Tage	Inficirte Maus nach Tagen		Wachsthum der Fäden aus Taube		
			todt	lebt (Ende der Beobachtung)	direct auf Agar	von Agar auf Bouillon	direct in Bouillon
1*a*	IX*a*	1	4		+		
1*b*	IX*b*	1		20	+		
2	VIII	1	2		+		
3*a*	X*a*	2	2		+		
3*b*	X*b*	2	3		+		
4	XVI	4	5		—		—
5	VI	6		21	—		
6	VII	6		21	—		

[1] Die Operationswunde verheilte sehr schnell. Ich sah nur zwei- oder dreimal am 2. oder 3. Tage nach der Impfung ein leichtes Oedem an der Impfstelle auftreten. Die Culturen, welche ich 4 bis 6 Tage nach der Impfung mit dem Gewebssafte der Operationsstelle anlegte, blieben alle steril.

[2] Ueber den Kaninchenversuch s. S. 384.

(Fortsetzung.)

Laufende Nr.	Taube Nr.	Fäden in Taube Tage	Inficirte Maus nach Tagen		Wachsthum der Fäden aus Taube		
			todt	lebt (Ende der Beobachtung)	direct auf Agar	von Agar auf Bouillon	direct in Bouillon
7*a*!	XVII*a*	6		20			—
7*b*	XVII*b*	6		20			—
8*a*	V*a*	6	8		—		
8*b*	V*b*	6		27	—		
9*a*	XIII*a*	6		20	—	—	—
9*b*	XIII*b*	6		20	—	—	—
10	I	11		23	spät +		
11	II	11		23	—	+	
12*a*	IV*a*	12		21	—	—	
12*b*	IV*b*	12		21	—	—	
13	XIV	15		20			—

Ein Ausrufungszeichen in der ersten Colonne bedeutet, dass die benutzten Fäden vor der Verimpfung an das immune Thier mit positivem Resultate an der Maus geprüft wurden.

Hühner.

Laufende Nr.	Huhn Nr.	Fäden im Huhn Tage	Inficirte Maus nach Tagen		Wachsthum der Fäden aus Huhn		
			todt	lebt (Ende der Beobachtung)	direct auf Agar	von Agar auf Bouillon	direct in Bouillon
14	IV	1		21	—	—	+
15*a*!	VI*a*	1	3				—
15*b*!	VI*b*	1		17			—
16*a*	V*a*	2		19	—		—
16*b*	V*b*	2		19	—		—
17*a*	II*a*	2	7		—	—	
17*b*	II*b*	2		24	—	—	
18*a*	III*a*	4		22	spät +		
18*b*	III*b*	4		22	—	—	
19*a*!	VII*a*	4		20			—
19*b*!	VII*b*	4		20			—
20*a*!	VIII*a*	5		19			—
20*b*!	VIII*b*	5		19			—
21*a*	I*a*	6	3		—	—	
21*b*	I*b*	6		20	—	—	
			Kaninchen.				
22*a*	I*a*	90		22	—	—	—
22*b*	I*b*	90		22	—	—	—

Ein Ausrufungszeichen bedeutet, dass die benutzten Fäden vor der Verimpfung an das immune Thier an der Maus auf Virulenz mit positivem Resultate geprüft wurden.

a) Versuche an Tauben.

Wie die Tabellen[1] zeigen, starben Mäuse, die mit Milzbrandbacillen geimpft wurden, welche vorher sechs Tage im Körper der Taube verweilt haben, nicht mehr an Milzbrand. Unter allen Versuchen, zu denen 13 Mäuse verwendet wurden, macht nur eine einzige Maus (Vers. 8ª) eine Ausnahme. Hier starb die Maus spät: noch am 8. Tage nach der Infection. Die mit „viertägigen" Fäden[2] geimpften Mäuse starben bereits auffallend spät, sodass die Sporen in diesem Versuche bereits alterirt, oder nur in sehr geringer Zahl (Lubarsch) vorhanden waren.

b) Versuche an Hühnern.

Beim Huhn waren die Milzbrandfäden in acht Einzelversuchen vom 4. Tage ab mit Ausnahme eines Falles (Nr. 21ª) für Mäuse nicht mehr virulent. Dieser Versuch Nr. 21ª bleibt um so unerklärlicher, als der Versuch Nr. 21ᵇ, welcher an demselben Thier zu gleicher Zeit mit Fäden desselben Milzbrandes angestellt wurden, sich der Regel fügt. Vielleicht liegt nur ein Versuchsfehler vor, welcher natürlich durch Dialectik nicht mehr zu beseitigen ist.

c) Versuche an Kaninchen.

Dieser Versuch (Nr. 22) wurde an einem Thier angestellt, welches ich durch ein neues Verfahren immunisirt habe oder welches von Natur immun war.

Er zeigt, dass neunzigtägige Kaninchenfäden ihre Virulenz verloren hatten.

d) Gründe der Immunität.

Wie die Tabellen zeigen, liefern die der Taube entnommenen Fäden Agarculturen, wenn das Thier an Milzbrand einging (Versuch 1—3).[3] Umgekehrt versagte die Cultur, wenn das Thier am Leben blieb. Für dies Factum gab es unter 13 Versuchen (Nr. 5 bis 13ª) nur zwei Ausnahmen (Nr. 10 und 11), welche ich als Versuchsfehler bezeichnen möchte. Aehnlich liegen die Verhältnisse beim Huhn und beim Kaninchen.

---

[1] In den Tabellen bedeutet *a* und *b* immer, dass die Fäden in derselben Hauttasche lagen und dass mit jedem Faden eine besondere Maus geimpft wurde.

[2] Viertägige, fünftägige u. s. w. Fäden bedeuten Fäden, die vier, fünf u. s. w. Tage im Körper des immunen Thieres verweilt hatten.

[3] Der Versuch 4 ist sehr interessant, weil er zeigt, dass die Cultur versagen kann, wenn das Thierexperiment noch positive Resultate giebt. Dies Ergebniss steht also in vollem Einklange mit Geppert's Arbeiten (*Deutsche medicinische Wochenschrift*, 1891, Nr. 25/27 und *Berliner klinische Wochenschrift*, 1889, Nr. 36 und *ebenda*, 1890, Nr. 11).

Man muss aus diesen Versuchen schliessen, dass die Immunität der Tauben und Hühner gegen Milzbrand dadurch zu Stande kommt, dass die Milzbrandsporen im immunen Thiere abgetödtet werden.

Es wäre ja aber immerhin möglich gewesen, dass die Cultur versagte, nicht weil die Infectionsträger abgestorben waren, sondern weil ich bei der Ueberpflanzung des dem Thiere entnommenen Fadens auf den todten Nährboden mit dem Faden zugleich eine Substanz übergeführt hatte, welche den Nährboden verschlechterte und für eine Cultur ungeeignet machte.

Ich habe mich gegen diesen Einwand in mehrfacher Weise zu schützen gesucht:

a) indem ich den Faden, welcher in dem ersten Agargläschen nicht gewachsen war, nach 24 Stunden in ein neues Agargläschen übertrug;

b) indem ich den Faden in einen flüssigen Nährboden (Bouillon) übertrug, weil dieser eine schädigende Substanz leichter aufnehmen musste als ein fester, und indem ich dann den in steriler Bouillon „ausgewaschenen" Faden nach 24 Stunden in neue Bouillon brachte.

Das Resultat blieb das gleiche. Unter allen 27 Versuchen erhielt ich nur viermal eine Cultur (Versuch Nr. 10, 11, 14 und 18a) wo sie hätte ausbleiben sollen.[1]

c) Ich habe diejenigen Bouillon- oder Agarröhrchen, in welchen die Fäden nicht ausgewachsen waren, nachträglich mit Milzbrand geimpft.

Da alle diese Culturen angingen, Sporen bildeten und, wie Thierversuche zeigten, ihre volle Virulenz behielten, konnten die Culturröhrchen eine milzbrandschädigende Substanz in nachweisbaren Mengen nicht enthalten.

d) Ich habe diejenigen Mäuse, welche mit den, dem immunen Thiere entnommenen Fäden vergeblich geimpft worden waren, 14 Tage bis 3 Wochen nach der ersten Impfung mit virulentem Milzbrand geimpft. Sie gingen alle nach ungefähr 20 Stunden an Milzbrand ein.

Auch aus diesen Versuchen wird man den Schluss ziehen müssen, dass die Mäuse, welche mit den dem immunen Thiere entnommenen Fäden geimpft worden waren, bei dieser Impfung nicht an Milzbrand erkrankten. Denn sonst hätten sie sich ja bei der späteren Impfung als immun erweisen oder wenigstens später als gewöhnlich sterben müssen.

---

[1] Diese Ausnahmen lassen sich verstehen, wenn man annimmt, dass die Sporen im immunen Thiere zunächst ihrer Virulenz, dann erst ihrer vegetativen Eigenschaften beraubt werden. Die Thatsachen sind aber für diese Annahme, wie ich glaube, noch nicht zahlreich genug.

Als nun erwiesen war, dass Tauben und Hühner gegen Milzbrand immun sind, weil sie die Infectionsträger abtödten, musste untersucht werden, auf welche Weise die Sporen im immunen Thiere zu Grunde gingen. Sterben die Sporen direct ab oder keimen sie zuerst aus? Lässt sich auch bei Impfung mit Sporen eine Phagocytose nachweisen.

Diese Frage ist durch eine inzwischen erschienene vortreffliche Untersuchung von Trapeznikoff[1], der unter Metschnikoff arbeitete, entschieden worden.

Der genannte Verfasser, welcher Milzbrandsporen verimpfte, überzeugte sich durch ausgedehnte Versuche an Hühnern und Tauben, dass sich an der Infectionsstelle schon 3—4 Stunden nach der Impfung zahlreiche, mit Milzsporen vollgepfropfte Leucocythen nachweisen lassen. Gleichzeitig sind in den Leucocythen einige Milzbrandbacillen enthalten. 17 Stunden nach der Impfung war die Leucocythose schon ausgebreitet. Die Leucocythen enthielten Sporen, namentlich aber Milzbrandstäbchen. Nach 44 Stunden waren die Sporen oder Bacillen ausserhalb der Leucocyten nur in geringer Zahl zu finden, Er deutet seinen Befund, den mir Herr Metschnikoff an vortrefflichen Präparaten zu demonstriren die Freundlichkeit hatte, dahin, dass die verimpften Sporen im immunen Thier zu Grunde gehen, nachdem sie zu Bacterien ausgewachsen und von den Leucocythen gefressen sind.

Bei meinen Versuchen hat sich, wie angegeben, das Vorhandensein einer Milzbrand vernichtenden chemischen Substanz nicht nachweisen lassen. Natürlich sehe ich hierin keinen Beweis dafür, dass derartige Substanzen nicht existiren sollten. Die chemische Substanz könnte z. B. von den Seidenfäden, in welchen ich dieselbe suchte, so fest fixirt sein, dass sie in Agar oder Bouillon nicht diffundirte. Sie ist vielleicht in den Fäden nur in so geringer Menge vorhanden gewesen, dass ich sie nicht nachzuweisen vermochte. Mit einem Wort: Ich wünschte nicht durch Mittheilung meiner Versuche den Schein zu erwecken, als halte ich die chemische Theorie der Milzbrand-Immunität auch nur für erschüttert.

Vielleicht sind es die in den Leucocythen enthaltenen chemischen Kräfte, welche die Immunität bedingen.[2]

---

[1] *Ann. Pasteur.* V, 1891. (Juliheft) p. 362. Siehe auch Wagner, a. a. O. Bd. IV. S. 570.

[2] Ich behalte mir die Besprechung der gegen die Beweiskraft der Leukocythenlehre gerichteten Litteratur für eine zweite Mittheilung vor, welche die Gründe der Immunität gegen den Tetanus behandelt.

Protocolle.

Taube IX[1] und Taube Nr. VIII[2].

Sporenfäden in der Taube: **1** Tag (Versuch 1^a und 1^b).

1. Taube IX.

29./V. 2 Fäden unter die Brusthaut. 30./V. 2 Fäden herausgenommen, zerschnitten und mit dem einen Theil eines jeden Fadens eine Maus geimpft, mit dem andern Theil eine Agarcultur angelegt.

a) 30./V. 2 Mäuse geimpft. 4./VI. 2 Mäuse † Milzbrand!
b) 30./V. 2 Agarculturen angelegt. 31./5. nichts gewachsen. 1./VI. Milzbrand gewachsen. Mit dieser Cultur 1./VI. Maus geimpft. 2./VI. Maus † Milzbrand.

2. Taube VIII.

28./V. 1 Faden unter die Brusthaut. 30./V. Faden heraus und benutzt wie bei Taube IX (s. o.).

a) 30./V. Maus geimpft. 2./VI. Maus † Milzbrand!
b) 30./V. Agarcultur. 31./V. nichts gewachsen. 1./VI. Milzbrand! Mit dieser Cultur 1./VI. Maus geimpft. 2./VI. Maus † Milzbrand!

Taube X.

Sporenfäden in der Taube: **2** Tage (Versuch 3^a und 3^b).

30./V. 2 Fäden unter die Brusthaut. 1./VI. Fäden heraus und wie gewöhnlich benutzt.

a) 1./VI. 2 Mäuse geimpft. 3./VI. 1 Maus † Milzbrand! 4./VI. Zweite Maus † Milzbrand!
b) 1./VI. Agarröhrchen geimpft. 2./VI. Milzbrand mit Sporen. Mit dieser Cultur 2./VI. Maus geimpft. 4./VI. Maus † Milzbrand!

Taube XVI[3].

Fäden in der Taube: **4** Tage (Versuch 4).

9./VI. 2 Fäden unter die Brusthaut. 13./VI. Fäden heraus und wie gewöhnlich benutzt.

a) 13./VI. 2 Mäuse geimpft. 18./VI. 1 Maus † Milzbrand. 20./VI. 1 Maus † kein Milzbrand (Kokken). Nicht in Tabelle aufgenommen.
b) 13./VI. 1 Bouillonrohr geimpft. 14./VI. nichts gewachsen. 15./VI. nichts gewachsen . . . 18./VI. nichts gewachsen.
c) 13./VI. 1 Agarrohr geimpft: bis zum 18./VI. nichts gewachsen.

---

[1] Taube IX hat zu Versuch mit Taube V gedient.
[2] Taube VIII hat zu Versuch mit Taube VI gedient.
[3] Früher zu Versuch mit Taube IV benutzt.

Taube Nr. VI und VII.

Sporenfäden in der Taube: **6** Tage (Versuch 5 und 6).

1. Taube Nr. VI.

21./V. 2 Fäden unter die Brusthaut gebracht. 27./V. 2 Fäden heraus. Fäden zerschnitten. Damit Thierversuch und Culturversuch.

a) 27./V. 2 Mäuse geimpft. 9./VI. leben. 21./VI. mit Milzbrand geimpft. 23./VI. † Milzbrand.

b) 27./V. Agarröhrchen geimpft. 28./V. Kein Milzbrand. 1./VI. Kein Milzbrand.

2. Taube Nr. VII.

21./V. 2 Fäden unter die Brusthaut. 27./V. Fäden heraus und benutzt wie bei Taube VI (s. o.).

a) 27./V. 2 Mäuse geimpft. 28./V. 1 Maus wird scellettirt gefunden. Enthält Kokken in Milz und im Blut. Die zweite Maus lebt 7./VI. Diese Maus 19./VI. mit Milzbrand geimpft. 21./VI. † Milzbrand.

b) 27./V. Agarröhrchen. 29./V. Kein Milzbrand. Mit den auf Agar befindlichen Fäden Gelatine-Platten gegossen. 6./VI. Kein Milzbrand. 8./VI. Kein Milzbrand.

Taube Nr. XVII.

2 Fäden in der Taube: **6** Tage (Versuch 7^a und 7^b).

Vorversuch: Von den Fäden, mit welchen eine Taube inficirt werden soll, wird ein Stück abgeschnitten und mit diesem zwei Mäuse am 11./VI. injicirt. Beide Mäuse 13./VI. † Milzbrand.

Hauptversuch: 11./VI. 2 Fäden in die Taube gebracht, 17./VI. 2 Fäden heraus. Zerschnitten u. s. w.

a) 17./VI. 2 Mäuse injicirt. Leben noch 28./VI. Werden am 28./VI. mit Milzbrand injicirt und sind 30./VI. † an Milzbrand.

b) 17./VI. 2 Bouillonröhrchen injicirt . . . Bis zum 24./VI. nichts gewachsen. Werden 24./VI. mit Milzbrand injicirt, welcher am 25./VI. reichlich gewachsen ist.

Taube Nr. V.[1]

Sporenfäden in der Taube: **6** Tage (Versuch 8^a und 8^b).

23./V. 2 Fäden unter die Brusthaut. 29./V. 2 Fäden herausgenommen. getheilt und für Thier- und Culturversuch benutzt.

a) 29./V. 2 Mäuse geimpft. 6./VI. 1 Maus † Milzbrand!

b) 29./V. Agarröhrchen geimpft. 30./V. Kein Milzbrand. 1./VI. Kein Milzbrand. 1./VI. Mit dem von Agar abgenommenen Faden Gelatine-Platten gegossen. 6./VI. Kein Milzbrand. 8./VI. Kein Milzbrand auf Platte.

---

[1] Dieser Taube war zu anderem Zwecke am 13./V. ein Stück Leber einer weissen Ratte unter die Brusthaut genäht worden.

Taube Nr. XIII.[1]

Fäden in der Taube **6** Tage (Versuch 9^a und 9^b).

4./V. 2 Fäden in die Taube gebracht. 10./V. Fäden heraus, wie gewöhnlich für Thier- und Culturversuche benutzt.

a) 10./V. 2 Mäuse geimpft, leben 20./V., werden 21./V. mit Milzbrand geimpft. Sind am 23./V. am Milzbrand eingegangen.

b) 10./V. 2 Bouillonröhrchen geimpft. Bis 15./V. nichts gewachsen. Werden am 14./V. mit Milzbrand geimpft. 15./V. reichlich Milzbrand gewachsen, mit dem Maus 15./V. geimpft wird. Diese † an Milzbrand 17./V.

c) 10./V. 2 Agarröhrchen geimpft. Bis 13./V. nichts gewachsen. Am 13./V. mit Milzbrand geimpft. 14./V. reichlich Milzbrand. Hiermit Maus geimpft, welche 16./V. an Milzbrand eingeht.

Taube Nr. I und II.

Sporenfäden in der Taube **11** Tage (Versuch 10 und 11).

1. Taube Nr. I.

8./V. 2 Fäden unter die Brusthaut. 19./V. 2 Fäden herausgenommen. Zertheilt wie gewöhnlich.

a) 19./V. 1 Maus geimpft, lebt 14./VI. Wird 28./VI. mit Milzbrand geimpft. 30./VI. † Milzbrand.

b) 19./V. Agarröhrchen geimpft. 20./V. nichts. 21./V. geringes Wachsthum. 22./VI. Milzbrand gewachsen. Sporenbildung. Mit dieser Agarcultur 22./V. Maus geimpft. Diese Maus 24./V. † Milzbrand.

2. Taube Nr. II.

8./V. 2 Fäden unter die Brusthaut. 19./V. 2 Fäden herausgenommen. Benutzt wie früher.

a) 19./V. 1 Maus geimpft, lebt 14./VI. Wird 28./VI. mit Milzbrand geimpft. 30./VI. † Milzbrand.

b) 19./V. Agarröhrchen geimpft. 20./V. nichts, 21./V. nichts, 22.—26./V. nichts. Fäden in Bouillon gebracht. 27./V. Milzbrand gewachsen. Mit dieser Bouilloncultur am 28./V. Maus geimpft. 30./V. Maus † Milzbrand!

Taube IV.[2]

Sporenfäden in der Taube **12** Tage (Versuch 12^a und 12^b).

23./V. 2 Fäden unter die Brusthaut. 4./VI. 2 Fäden heraus. Benutzt wie früher.

a) 4./VI. 2 Mäuse geimpft. Leben 14./VI. Werden 24./VI. mit Milzbrand geimpft und gehen 26./VI. an Milzbrand ein.

b) 21./VI. 2 Agarröhren geimpft. 6./VI. Steril. Fäden in Bouillon übertragen. 8./VI. nichts gewachsen. 8./VI. Das sterile Agar- und

[1] Früher zum Versuch 10 benutzt.

[2] Dieser Taube war am 13./V. zu anderem Zwecke ein Stück Mäusemilz unter die Brusthaut gebracht worden.

Bouillonröhrchen mit Milzbrand geimpft. 9./VI. Milzbrand in beiden gewachsen. Mit beiden Culturen je eine Maus geimpft, welche beide 11./VI an Milzbrand †.

Taube XIV.[1]

Fäden in der Taube **15** Tage (Versuch 13).

4./V. 2 Fäden in die Taube. 18./V. Fäden heraus; wie gewöhnlich benutzt.

a) 18./V. 2 Mäuse geimpft (erste Maus 20./V. todt Kokken! Nicht in die Tabelle aufgenommen). Zweite Maus lebt 29./V. Wird 29./V. mit Milzbrand gimpft. Ist 1./VI. † Milzbrand.

b) 18./V. 2 Bouillonröhrchen geimpft. 23./V. nichts gewachsen. 24./V. mit Milzbrand geimpft. Dieser 25./V. gewachsen. Tödtet Maus in 24 Stunden an Milzbrand.

Huhn Nr. IV.

Faden im Huhn **1** Tag (Versuch 14).

8./V. Fäden in das Huhn. 9./V. Fäden heraus, wie gewöhnlich zerschnitten u. s. w.

a) 9./V. 1 Maus geimpft lebt 29./V., wird 29./V. mit Milzbrand geimpft und stirbt 1./VI. an Milzbrand.

b) 9./V Agarrohr geimpft, bis 11./V. steril. Faden von Agar in Bouillon. Bouillon bleibt bis 14./V. steril, wird dann ebenso wie Agarrohr am 9./V. am 14./V. mit Milzbrand geimpft, der am 20./V. gewachsen ist und Maus in 24 Stunden tödtet.

c) 9./V. Bouillonrohr geimpft. 10./V. Milzbrand gewachsen, der Maus in 24 Stunden tödtet.

Huhn Nr. VI.

Fäden im Huhn **1** Tag (Versuch 15^a und 15^b).

Vorversuch: Von beiden Fäden, welche in das Huhn kommen, wird 12./V. je ein Stück abgeschnitten. Die hiermit geimpften Mäuse sind 14./V. an Milzbrand †.

Hauptversuch: 12./V. Fäden ins Huhn. 13./V. Fäden heraus. Wie gewöhnlich zerschnitten u. s. w.

a) 13./V. 2 Mäuse geimpft. 16./V. Beide Thiere an Milzbrand todt.

b) 13./V. Bouillon geimpft. Bis 18./V. steril, mit Milzbrand geimpft. Dieser 19./V. gut gewachsen. Tödtet Maus in 24 Stunden an Milzbrand.

Huhn Nr. V^a und V^b.

Fäden im Huhn **2** Tage (Versuch 16^a und 16^b).

9./VI. 2 Fäden ins Huhn. 11./VI. 2 Fäden heraus, wie gewöhnlich benutzt.

a) 11./VI. 2 Mäuse geimpft, leben am 30./VI. Werden am 30./VI. mit Milzbrand geimpft und sterben nach 24 Stunden an Milzbrand.

[1] Diente früher zu Versuch als Taube II.

b) 11./VI. 1 Agarrohr geimpft. Steril bis 18./VI., mit Milzbrand 18./VI. geimpft. Dieser am 19./VI. gut gewachsen. Tödtet Maus in 24 Stunden.
c) 11./VI. 2 Bouillenröhrchen geimpft. Bleiben bis 15./VI. steril. Dann mit Milzbrand geimpft, der am 16./V. gut gewachsen ist und Maus in 24 Stunden tödtet.

Huhn Nr. II[a] und II[b].

Sporenfäden im Thier 2 Tage (Versuch 17[a] und 17[b]).

4./VI. 2 Fäden unter die Brusthaut des Huhn's. 6./VI. 2 Fäden heraus. Zerschnitten u. s. w.

a) 6./VI. 2 Mäuse geimpft. 13./VI. 1 Maus † Milzbrand! Maus Nr. 2 lebt noch am 28./VI. Wird 28./VI. mit Milzbrand geimpft und starb daran 30./VI.
b) 6./VI. 1 Agarrohr geimpft. 8./VI. nichts. Fäden in Bouillon übertragen. 10./VI. nichts. Fäden in neue Bouillon übertragen. 13./VI. nichts gewachsen. Die sterilen Agar- und Bouillonröhrchen am 14./VI. mit Milzbrand geimpft. 15./VI. Milzbrand gut gewachsen. Die mit demselben 15./VI. geimpften 2 Mäuse sterben 17./VI. an Milzbrand.

Huhn Nr. III[a] und III[b].

Sporenfäden im Huhn 4 Tage (Versuch 18[a] und 18[b]).

4./VI. 2 Fäden unter die Brusthaut. 8./VI. 2 Fäden heraus. Zerschnitten und benutzt wie früher.

a) 8./VI. 2 Mäuse geimpft. 15./VI. leben beide. 2./VI. Beide Thiere leben. Werden mit Milzbrand geimpft und sterben am 4./VI. an Milzbrand.
b) 8./VI. 2 Agarröhrchen geimpft. Rohr I 9./VI. nichts. 10./VI. Milzbrand mit Sporen gewachsen, der Maus in 24 Stunden tödtet. Rohr II 9./VI. nichts. 11./VI. nichts. In Bouillon übertragen. 13./VI. nichts. 15./VI. steril. Beide sterile Bouillonröhrchen werden 15./VI. mit Milzbrand geimpft. Dieser 16./VI. gut gewachsen. Tödtet 2 Mäuse in 24 Stunden.

Huhn Nr. VII[a] und VII[b].

Fäden im Huhn 4 Tage (Versuch 19[a] und 19[b]).

Vorversuch: positiv s. Protocoll vom Huhn Nr. VI: Seite 390.

Hauptversuch: 12./V 2 Fäden ins Huhn. 16./V. Fäden heraus, wie gewöhnlich benutzt.

a) 16./V. 2 Mäuse geimpft. Leben beide 6./VI. Werden 6./VI. mit Milzbrand geimpft und sind 8./VI. an Milzbrand eingegangen.
b) 16./V. 2 Bouillonröhrchen geimpft. Diese bis 24./V. steril. Dann mit Milzbrand geimpft, welcher 25./V. gut gewachsen ist und 2 Mäuse in 24 Stunden tödtet.

Huhn Nr. VIII[a] und VIII[b].

Fäden im Huhn 5 Tage (Versuch 20[b] und 20[b]).

Vorversuch: Von den Fäden, mit denen das Huhn inficirt werden sollte, wird je ein Stück abgeschnitten und an Mäuse verimpft. Diese Thiere sterben in 24 Stunden an Milzbrand.

Hauptversuch: 13./V. 2 Fäden hinein. 18./V. 2 Fäden heraus, zerschnitten u. s. w.

a) 18./V. 2 Mäuse geimpft, die am 7./VI. leben, an demselben Tage mit Milzbrand injicirt werden und 9./VI. an Milzbrand eingehen.

b) 18./V. 2 Bouillonröhrchen geimpft. Bis 22./V. steril. Dann mit Milzbrand geimpft. Dieser wächst 23./V. gut und tödtet 2 Mäuse in 24 Stunden.

Huhn Nr. I^a und I^b.

Sporenfäden im Huhn 6 Tage (Versuch 21^a und 21^b).

21./V. 2 Fäden unter die Brusthaut gebracht. 27./V. 2 Fäden herausgenommen. Jeden Faden in zwei Theile zerschnitten: für Thierversuch und für Cultur auf Agar.

a) 27./V. 2 Mäuse geimpft. 30./V. Eine Maus † Milzbrand! Die andere Maus lebt 17./VI., wird mit Milzbrand am 18./VI. injicirt und ist 20./VI. an Milzbrand gestorben.

b) 27./V. 2 Agarröhrchen. 28./V. nichts gewachsen. 29./V. nichts gewachsen. Daher in Bouillon gebracht. 31./V. steril. 4./VI. Bleibt steril. Die sterilen Bouillon- und Agarröhrchen am 4./VI. mit Milzbrand geimpft, welcher 5./VI. gut gewachsen ist und 2 Mäuse in 24 Stunden an Milzbrand tödtet.

Kaninchen (Versuch 22^a und 22^b).

Das Kaninchen war zuletzt am 20./II. mit 2 Milzbrandfäden inficirt worden. Diese beiden Fäden wurden am 30./V., also nach circa 90 Tagen, unter aseptischen Cautelen herausgenommen und jeder von ihnen in drei Theile zerschnitten. Je ein Theil wurde einer Maus unter die Rückenhaut gebracht, der zweite Theil auf Agar, der dritte auf Bouillon verimpft.

a) 23./V. 2 Mäuse geimpft. 26./V. leben. 9./VI. leben. Die am 9./VI. mit Milzbrand geimpften Mäuse sterben nach 24 Stunden an Milzbrand.

b) 23./V. 2 Agarröhren geimpft. 27./V. nichts gewachsen. 28./V. nichts gewachsen. Damit eine etwa vorhandene entwickelungshemmende Substanz gelöst wird, werden die Fäden vom Agar in frische Bouillon übertragen. 30./V. nichts gewachsen. Bis 1./VI. nichts gewachsen. 1./VI. nochmals in neue Bouillon übertragen. Bis 4./VI. nichts gewachsen. Am 4./VI. werden die sterilen Röhrchen mit Milzbrand geimpft, der am 5./V. gut gewachsen ist und 2 Mäuse in 24 Stunden an Milzbrand tödtet.

c) 23./V. 2 Bouillonröhrchen geimpft. Bis 6./VI. nichts gewachsen. Die sterilen Röhrchen am 6./VI. mit Milzbrand inficirt. Dieser ist am 7./VI. gut gewachsen und tödtet 2 Mäuse in 24 Stunden.

[Aus dem Institut für Infectionskrankheiten.]

Untersuchungen über das Choleragift.

Von

Dr. **R. Pfeiffer,**
Vorsteher der wissenschaftlichen Abtheilung des Institutes für Infectionskrankheiten.

Vor zwei Jahren hatte ich über die Beziehungen des Vibrio Metschnikowi zur Cholera asiatica gearbeitet und dabei in den durch Kochen sterilisirten Bouillonculturen dieses Vibrio ein Gift kennen gelernt, das bei intraperitonealer Injection Meerschweinchen in der relativ geringen Dosis von 2^{ccm} unter sehr charakteristischen Erscheinungen zu tödten vermochte. Ich ging an die genauere Untersuchung dieser Giftsubstanzen in der ausgesprochenen Absicht, Analogien aufzufinden, die mir für ein späteres Studium der Giftwirkung der Cholerabacterien den Weg ebnen sollten.

Diese Erwartungen haben sich vollauf bestätigt. Der Verlauf meiner Untersuchungen führte mich zu Resultaten, die, wie es scheint, eines gewissen Interesses für die Choleraätiologie nicht entbehren.

I.

Culturen des Vibrio Metschnikowi, die seit länger als zwei Jahren auf Agar fortgezüchtet worden waren, wurden zunächst auf ihre Virulenz geprüft. Sie tödteten bei intermusculärer Impfung Tauben in der normalen Zeit von 18 Stunden mit sehr starken localen Veränderungen in der Umgegend der Impfstelle, während das Herzblut auffällig arm an Vibrionen war. Erst nach mehrfachen Uebertragungen von Taube zu Taube traten die Vibrionen wieder im Herzblut auf in Mengen, wie ich sie von früheren Untersuchungen noch in lebhafter Erinnerung hatte. Es wurden nun aus dem Taubenblut Reinculturen angelegt, welche zur

Infection einer Anzahl Literkolben mit schwach alkalischer Fleischwasserpeptonbouillon dienten.[1]

Bei meiner ersten Versuchsreihe mit dem Vibrio Metschnikowi hatte ich ausschliesslich mit Culturen gearbeitet, welche durch Kochen sterilisirt waren. Da der Verdacht nahe lag, dass die Temperatur von 100° für die in Frage kommenden Giftkörper nicht ganz gleichgültig sein möchte, so ging ich zunächst an eine Vergleichung der gekochten und der mit Hülfe des Chamberland'schen Filters keimfrei filtrirten Culturflüssigkeiten. Der Versuch wurde in folgender Weise angestellt: Eine 14 Tage alte, auf ihre Reinheit geprüfte Boullioncultur des Vibrio M. wurde in zwei Portionen, A und B, getheilt. A wurde $^1/_2$ Stunde im Dampfkochtopf der Temperatur des strömenden Dampfes ausgesetzt, B durch Porzellanfilter gejagt.

Tabelle I giebt eine Übersicht der Thierversuche.

A. Versuche mit gekochter Boullioncultur des Vibrio Metschnikowi.

Nr.	Gewicht	Dosis	Resultat	Bemerkungen
1	Meerschw. 320 grm	4 ccm intraperiton.	+	Temperatur sinkt rapide, Tod im Laufe der Nacht.
2	270 „	2 ccm	+	Wie Versuch 1.
3	325 „	2 „	+	Dito.
4	260 „	1 „	Thier bleibt am Leben	

B. Versuche mit keimfrei durch Porzellan filtrirter Culturflüssigkeit.

5	260 grm	4 ccm	+	Deutliche Giftwirkungen. Die Temp. sinkt langsam. Tod im Laufe der Nacht.
6	245 „	4 „	Thier bleibt gesund	Sehr geringe, rasch vorübergehende Giftwirkung.
7	300 „	2 „	dito	Kaum Spur von Giftwirkung.
8	300 „	2 „	dito	

[1] Diese Bouillonculturen gaben zu meiner Ueberraschung bei Zusatz von Schwefelsäure eine sehr schwache und undeutliche Cholerarothfärbung, während letztere Reaction vor zwei Jahren an den frisch aus Paris bezogenen Culturen ausserordentlich stark gewesen war. Ich lernte bald darauf eine Choleracultur kennen, welche gleichfalls die Cholerarothreaction zwar deutlich, aber auffällig schwach gab. Es scheint als ob grade in der Gruppe der Vibrionen rasche Aenderungen im morphologischen und biologischen Verhalten häufiger vorkommen, da ich in der Lage bin, noch über ein drittes hierher gehöriges Beispiel zu berichten. Der Deneke'sche Vibrio, welcher seit Jahren im hygienischen Institut auf künstlichen Nährböden fortgezüchtet wird, hat im Laufe der Zeit völlig die Fähigkeit eingebüsst bei Brutemperatur zu wachsen, während er bei Zimmertemperatur noch üppige Entwickelung zeigt.

Die durch Kochen sterilisirte Cultur ist also mindestens doppelt so giftig wie das keimfreie Filtrat der unerhitzten Bouilloncultur. Im ersteren Falle sind 2^{ccm} bei mittleren Meerschweinchen die tödtliche Dosis, während von den filtrirten Culturen die doppelte Quantität (vergl. Vers. 6) noch eben vertragen wird. Wie war dies immerhin auffällige Resultat zu erklären? Es lagen da verschiedene Möglichkeiten vor, die einzeln geprüft werden mussten.

Zunächst war es denkbar, dass die fraglichen Giftstoffe erst durch den Process des Erhitzens gebildet wurden. In diesem Falle musste es gelingen durch Kochen dem keimfreien Filtrate eine erhöhte Giftwirkung beizulegen.

Tabelle II.

Versuche mit keimfreiem Filtrat, das nachträglich $^1/_2$ Stunde im Dampfkochtopf erhitzt worden war.

Nr.	Gewicht	Dosis	Resultat	Bemerkungen
9	245 grm	4 ccm intraperiton.	Thier bleibt gesund	Geringes Sinken der Temperatur bis auf 36·0. Thier erholt sich vollständig.
10	260 „	2 ccm	keine Wirkung	

Man sieht, das Thierexperiment entscheidet gegen diese Annahme.

Die Giftstoffe sind also schon in der ursprünglichen Culturflüssigkeit vorhanden. Wenn sie trotzdem nicht in das Filtrat übertraten, so kann dies nur zwei Gründe haben:

entweder lässt sie die Substanz des Filters nicht passiren,

oder sie sind in der Culturflüssigkeit unlöslich und bilden corpusculäre Massen, die im Filterrückstande zurückbleiben.

Wir wissen nun von den Toxinen der Diphtherie und des Tetanus, dass sie ohne weiteres im Filtrat auftreten, wenn vielleicht auch Bruchtheile der wirksamen Körper in der Filtersubstanz gebunden werden. Sollte sich dies bei dem Vibrio Metschnikowi so ganz anders verhalten? Die folgenden Versuche bringen als Experimentum crusis die Entscheidung. Wenn man nämlich die Metschnikoff-Bouillonculturen erst kocht und dann durch das Chamberland'sche Filter schickt, so erhält man sehr viel wirksamere Filtrate, deren toxische Eigenschaften sehr nahe heranreichen an die der gekochten unfiltrirten Bouilloncultur.

Tabelle III.

Versuche mit durch Kochen sterilisirter und dann durch Porzellan filtrirter Bouilloncultur des Vibrio Metschnikowi.

Nr.	Gewicht	Dosis	Resultat	Bemerkungen
11	Meerschw. 220 grm	3 ccm intraperiton.	+	Injection 10 Uhr. Temp. 38·5, um 12 Uhr Temper. 35·5, um 2 Uhr 34·3, gegen Abend †.
12	230 „	2 ccm	starke Giftwirkg. Thier erholt sich	3 Stunden nach der Injection Temper.-Abfall von 2°.
13	235 „	1 „	starke Giftwirkung	Temperatur fällt 3 Stunden nach der Injection 3·3° unter die Norm. Thier erholt sich wieder.

Für den Ausfall dieser Versuche giebt es nur eine Erklärung. Es müssen Giftstoffe, die vorher unlöslich waren, durch die Kochhitze gleichsam aufgeschlossen und in einen löslichen Zustand übergeführt worden sein, in welchem sie mit grosser Leichtigkeit durch das Porzellanfilter hindurch zu gehen vermögen.

Was sind das nun für corpusculäre Elemente, die wir in der ungekochten Culturflüssigkeit als Träger der toxischen Eigenschaften supponiren müssen, sind es einfache Niederschläge, oder sind es vielleicht die Bacterien selbst? Nichts ist leichter als die Entscheidung dieser Frage, die doch für unsere Auffassung von der Natur der Bacterientoxine von allerhöchster principieller Bedeutung ist. Man kann sich ja Bacterienkörper in beliebiger Menge und in grosser Reinheit beschaffen, wenn man möglichst frische Agaroberflächenculturen abstreift und man erhält so ein Material, mit welchem sich sehr bequem experimentiren lässt.

Soweit war ich in meinen Untersuchungen gelangt, als das Institut für Infectionskrankheiten durch die Liebenswürdigkeit des Dr. Pasquale, dem ich dadurch zu hohem Dank verpflichtet bin, aus Massaua eine Choleracultur erhielt, die erst $^3/_4$ Jahre auf künstlichen Nährböden fortgepflanzt war und die einen sehr hohen Grad von Giftigkeit entfaltete. Mit dieser Cultur sind die folgenden Thierversuche angestellt worden.

II.

Als wichtigstes Resultat schicke ich die Thatsache voraus, dass Meerschweinchen mit verschwindend geringen Mengen lebender Cholerabacterien bei intraperitonealer Injection getödtet werden können. Schon Nicati und Rietsch hatten vom Unterhautzellgewebe aus Meerschweinchen mit lebenden Choleravibrionen zu vergiften vermocht und Hüppe war es

gelungen, noch viel sinnfälligere Effecte durch Einführung von Choleraculturen in die Bauchhöhle zu erzielen. Leider wurde Hüppe an der richtigen Deutung seiner Versuche durch die falsche Annahme gehindert, dass die Cholerabacterien durchaus in den Darm gelangen müssen, um dort anaërobiotische Spaltungen auszulösen und so erst secundär die toxischen Substanzen zu bilden, während sie in Wahrheit, wie ich in aller Strenge beweisen werde, das Toxin in oder an ihrer Leibessubstanz schon mit sich führen.

Es galt nun zunächst die Höhe der tödtlichen Dosis zu ermitteln. Um vergleichbare Resultate zu haben, und um dem Einwurfe zu begegnen, dass die Giftwirkung durch den Bacterien beigemengte Stoffwechselproducte im früheren Sinne hervorgebracht werde, wurden ausschliesslich ganz frische, höchstens 18 Stunden alte Agaroberflächenculturen verwendet, die bei Bruttemperatur gewachsen waren.

Mit Hülfe eines Spatels lassen sich derartige Culturen mit Leichtigkeit fast quantitativ genau abstreifen Der mittlere Ertrag eines Agarröhrchens betrug unter diesen Umständen etwa 30 mg Culturmasse. Da es zu umständlich erschien, jedesmal die zum Versuch nöthige Menge abzuwiegen und da bei den äusserst geringen Quantitäten, um die es sich hier handelte, die Fehlerquellen durch Ungenauigkeiten des Wiegens und durch Wasserverlust während des Verweilens auf der Waage, an sich sehr erheblich waren, so wurde ein anderes Verfahren zum Bestimmen der Culturmenge verwendet, welches zwar nur annähernd vergleichbare Resultate gab, sich aber doch recht gut bewährt hat. Ich verfertigte mir eine kleine Platinöse, die ich während der ganzen Versuchsreihe ausschliesslich in Anwendung zog und ermittelte durch Wägung das Gewicht der Culturmenge, die ich damit von der Agaroberfläche abstreifen konnte, so dass die Höhlung grade gleichmässig gefüllt war. Ich erhielt im Durchschnitt 1·5 mg, also den 20. Theil einer mittleren Agaroberflächencultur. Ich werde im weiteren Verlaufe dieser Abhandlung mit Agarculturen oder deren Bruchtheilen und mit Platinösen rechnen, wobei ein für allemal eine Agarcultur = 30 mg und = 20 Platinösen zu setzen ist.

Tabelle IV.

Versuche mit intraperitonealer Injection lebender Choleraculturen.[1]

Nr.	Gewicht	Dosis	Erfolg	Bemerkungen
14	440 grm	1½ Oese intraperiton.	+	Starke Temperaturerniedrigung, † in der Nacht.

[1] Zur Injection wurde die Culturmasse mit möglichst geringen Mengen, ½ bis 1 ccm, steriler Bouillon aufgeschwemmt.

(Fortsetzung.)

Nr.	Gewicht	Dosis	Erfolg	Bemerkungen
15	370 grm	$^1/_2$ Oese intraperiton.	+	Starke Temperaturerniedrigung, † in der Nacht.
16	400 „	$^1/_4$ Oese intraperiton.	starke Giftwirkg. Thier erholt sich	Temperaturabfall 4 Stunden nach der Injection bis 35·4. Sehr langsames Ansteigen der Körperwärme. Thier erholt sich völlig.
17	200 „	1 Oese subcutan	geringe Giftwirkung	Vorübergehende Temperatursteigerung. 3 Stunden nach der Injection von 38·3 bis 40·0, Thier völlig munter.

Aus diesen Versuchen, denen ich noch eine ganze Reihe anderer, die sämmtlich positiv ausfielen, hinzufügen könnte, ist zu schliessen, dass die tödtliche Dosis lebender Choleracultur für Meerschweinchen von ca. 400grm Gewicht bei intraperitonealer Injection etwa 1 Oese beträgt, während ausnahmsweise auch geringere Mengen bis zu $^1/_2$ Oese hinab den letalen Ausgang herbeiführen können. Bei subcutaner Injection ist der toxische Effect der Choleraculturen erheblich geringer uud dem entsprechend die letale Dosis mindestens um das 5 bis 10fache höher zu setzen.

Das Krankheitsbild der so erzeugten Choleravergiftung zeigt beim Meerschweinchen sehr charakteristische Züge. Die ersten Vergiftungssymptome treten frühestens $1^1/_2$ bis 2 Stunden nach der Injection auf. Die Thiere werden auffällig ruhig und fühlen sich schlaff an, auch macht sich sehr frühzeitig eine gewisse Muskelschwäche bemerkbar. Jetzt beginnt auch die Körperwärme rapide zu sinken, die Abnahme der Rectaltemperatur beträgt öfters 2—3° Cels. im Laufe einer Stunde. Gleichzeitig steigt die Prostation des Thieres. Dasselbe liegt platt auf dem Bauch, oder auf der Seite, unfähig sich wieder aufzurichten. Die Hinterextremitäten sind wie gelähmt, von Zeit zu Zeit durchschauern fibrilläre Zuckungen die Musculatur. Jetzt fühlt das Thier sich ganz kalt an und in der That kann seine Rectaltemperatur unter 30° Cels. gefunden werden. Der Tod erfolgt meistens 12—16 Stunden nach der Vergiftung, gelegentlich aber sieht man, wie Thiere mit einer Körpertemperatur unter 32° sich 24 Stunden und länger hinschleppen, um dann doch endlich zu Grunde zu gehen.

Ist die toxische Dosis nicht ausreichend das Thier zu tödten, so kann es sich auch bei sehr schweren Vergiftungserscheinungen wieder erholen. Die Temperatur, welche vielleicht schon auf 34° Cels. gesunken war, beginnt langsam zu steigen, das Thier wird wieder munterer und 24 Stunden später ist das so alarmirende Krankheitsbild verschwunden, ohne Folgen zu hinterlassen.

Ist die Dosis absichtlich sehr gering gewählt worden, so kann man besonders bei subcutaner Injection statt der Temperaturerniedrigung eine mehr oder weniger ausgesprochene Temperaturerhöhung bis zu $40 \cdot 2^0$ beobachten. Die Thiere sind dabei anscheinend gar nicht krank. Innerhalb weniger Stunden verschwindet das Fieber und jedes sonstige Krankheitssymptom. Das Thermometer ist also ein sehr feines Reagens, welches beim Meerschweinchen wenigstens sehr genauen Aufschluss giebt über die Intensität der Erkrankung. Ein rasches Sinken der Körperwärme ist von übelster Bedeutung.

Das ganze hier geschilderte Krankheitsbild zeigt eine so auffällige Uebereinstimmung mit dem Stadium algidum der menschlichen Cholera, dass kaum an der Identität des die Krankheitssymptome veranlassenden Giftstoffes gezweifelt werden kann. Besonders möchte ich aufmerksam machen auf die so auffällige Muskelschwäche und die Muskelkrämpfe, die auch dem Bilde der menschlichen Cholera so charakteristische Züge aufdrücken. Die Körpertemperatur verhält sich beim Menschen im Stadium algidum bekanntlich sehr verschieden, sie kann fieberhaft erhöht, normal oder subnormal sein. Ich möchte, wenn es gestattet ist, aus Meerschweinchenversuchen auf den Menschen zu schliessen, glauben, dass auch hier die Temperaturmessung prognostische Bedeutung besitzt und dass Temperaturerniedrigung auf schwerste Intoxication hinweist.

Der Sectionsbefund von Meerschweinchen, die durch intraperitoneale Injection lebender Choleraculturen getödtet sind, bietet wenig bemerkenswerthes. Das Bauchfell ist manchmal geröthet und enthält gewöhnlich geringe Mengen einer hellgelben serösen Flüssigkeit. Die Darmschlingen können hellroth erscheinen, oft aber zeigen sie die gewöhnliche blassgraue Farbe. Leber und Milz sind schlaff, die Lungen blutreich, das Herz prall mit Blut gefüllt.

Was wird aus den injicirten Choleravibrionen?

Ich habe zur Entscheidung dieser Frage regelmässig den Peritonealinhalt, das Blut und den Darminhalt bacteriologisch untersucht und in verschiedenen Fällen sofort post mortem meine Untersuchungen vorgenommen. Das Resultat ist kurz folgendes:

Im Darminhalt habe ich niemals Cholerabacterien gefunden. Der Peritonealinhalt und das Blut wurden mehrfach, auch wenn die Section sofort post mortem stattgefunden hatte, steril gefunden. In der Mehrzahl der Fälle wuchsen aus dem Peritonealexsudat noch vereinzelte Choleravibrionencolonieen, während das Blut auch dann frei davon war. In 2—3 Fällen enthielt das Peritoneum zahlreiche lebensfähige Cholerakeime, sodass aus einer Oese des Transsudates etwa 100 Colonieen auf-

gingen, und auch im Herzblut waren unter diesen Umständen Choleravibrionen in geringer Anzahl nachweisbar. Man darf hieraus den Schluss ziehen, dass die in das Peritoneum injicirten Choleravibrionen für gewöhnlich rasch abgetödtet werden, was an sich nicht so wunderbar ist, seit wir wissen, dass das Serum der verschiedensten Thierspecies gerade die Cholerabacterien sehr energisch vernichtet. Wenn die Thiere trotzdem an den Koch'schen Vibrionen zu Grunde gehen, so kann man nicht mehr von Infection reden, sondern muss den Krankheitsprocess als Intoxication auffassen. Was ist nun das vergiftende Princip? Sind es im Peritoneum gebildete Stoffwechselproducte, oder ist es die Bacillensubstanz selbst? Die Entscheidung beruht auf leicht anzustellenden Versuchen. Ist nämlich die letztere Annahme richtig, so muss es gelingen, dieselben Vergiftungssymptome auch mit todten Cholerabacterien anzustellen, und es muss die letale Dosis der todten Bacillenleiber eine Grösse von derselben Ordnung sein, wie die der lebenden Vibrionen. Sie braucht nicht gleich zu sein, eine derartige Forderung würde vielmehr über das Ziel hinausschiessen. Injicirt man nämlich die lebenden Choleramikroorganismen in der von mir geübten Weise mit geringen Mengen von Bouillon in die Bauchhöhle, so muss zunächst eine rapide Vermehrung der Bacterien eintreten, die so lange dauert, bis die Beimischung des transsudirenden Serums gross genug wird, um entwickelungshemmend und dann abtödtend zu wirken.[1]

Es galt nun Mittel zu finden, welche auf die Koch'schen Vibrionen sicher desinficirend wirken, ohne die Giftsubstanz zu zerstören. Wie später gezeigt werden wird, ist das gar keine so einfache Sache. Schliesslich fand ich in Cloroform und Thymol geeignete Desinficientien. Wahrscheinlich würde die Zahl der verwendbaren chemischen Körper sich erheblich vermehren lassen. Doch kam es mir nur darauf an, meine theoretischen Voraussetzungen zu prüfen, so dass ich nicht weiter darnach gesucht habe.

Ich verfuhr in folgender Weise: Wie gewöhnlich wurde eine bestimmte Zahl von Platinösen der frischen Choleraagarcultur mit etwas Bouillon verrieben. Nun fügte ich einen Tropfen Chloroform hinzu, schüttelte eine Minute, liess das Chloroform absetzen und goss die überstehende Bouillon vorsichtig ab in ein offenes steriles Schälchen, in welchem innerhalb weniger Minuten der letzte Rest des Chloroforms verdunstete. Bei den Thymolexperimenten war die Bouillon vor dem Hinzufügen der Choleracultur mit Thymol gesättigt worden. Mit dieser Thymolbouillon wurde

[1] Diese anfängliche Vermehrung der lebend eingeführten Cholerabacillen fällt natürlich weg wenn abgetödtete Culturen zur Verwendung kommen. Man muss sie aber in der Bemessung der Dosis berücksichtigen.

die Choleracultur aufgeschwemmt und eine Stunde bei Zimmertemperatur gehalten. Controlplatten ergaben in jedem Falle, dass die so erhaltene Desinfection der Cholerabacterien durch Chloroform oder Thymol eine vollständige war. Das Thymol konnte nun aus der Bouillon nachträglich nicht so einfach beseitigt werden, wie das Chloroform. Ich habe mich daher durch ein Controlexperiment versichert, dass derartige Thymolbouillon in Mengen, wie sie bei meinen Versuchen in Frage kamen, für Meerschweinchen völlig indifferent ist.

Die Wichtigkeit der folgenden Thierversuche wird eine etwas breitere Darstellung entschuldigen.

Tabelle V.

Versuche mit durch Chloroform abgetödteten Choleraculturen.

Nr.	Gewicht	Dosis	Erfolg	Bemerkungen
18	Meerschw. 370 grm	3 Oesen intra-peritoneal	+	Injection Mittags 2 Uhr 30 T. 38·6 4 „ 36·7! 6 „ 36·0 7 „ 35·2 † in der Nacht. Sectionsbefund negativ. Peritoneum u. Herzblut vollständ. steril.
19	180 „	2 Oesen intraperiton.	+	Injection Vormitt. 11 Uhr 30 T. 38·6 2 „ 37·0 4 „ 35·5 6 „ 34·0! 9 „ 33·5 † in der Nacht. Peritoneum und Blut steril.
20	300 „	2 Oesen	deutliche, aber nicht letale Giftwirkung	Injection 11 Uhr T. 38·7 1 „ 37·7 3 „ 37·0 5 „ 36·4 } Thier 6 „ 35·9 } sehr 7 „ 36·2 } krank. Am andern Tage T. 39·0. Thier wieder ganz munter.
21	240 „	2 Oesen	ganz leichte Intoxication	Injection Vormitt. 10 Uhr 20 T. 38·9 12 „ **40·8**! 2 „ 40·3 5 „ 40·1 8 „ 39·2 Am andern Tage hat das Thier sich ganz erholt.

Tabelle VI.

Versuche mit durch Thymol abgetödteten Choleraculturen.

Nr.	Gewicht	Dosis	Erfolg	Bemerkungen
22	280 grm	2 Oesen in 1 ccm Thymol-bouillon intra-peritoneal	+	Injection Mittags 1 Uhr 30 T. 38·9 3 34·6 4 31·5 6 30·0 † in der Nacht. Peritoneum und Blut frei von Cholerabacterien.
23	300 „	2 Oesen mit 2 ccm Thymol-bouillon intra-peritoneal	schwere Vergiftung	Injection 11 Uhr 30 T. 38·9 2 „ 35·6 4 „ 35·5 6 „ 35·8 8 „ 38·2 } Thier sehr krank Am anderen Tage Thier wieder munter.
		Controlthier.		
24	395 „	4 ccm Thymol-bouillon intra-peritoneal	keine Spur von Gift-wirkung	Injection Nachm. 3 Uhr T. 38·1 4 „ 37·7 6 „ 37·9 Am andern Morgen T. 38·0. Thier ganz munter.

Ich glaube man kann Tabelle V und VI für sich selbst sprechen lassen. Die tödtliche Dosis der durch Chloroform oder Thymol abgetödteten Choleraculturen liegt nach diesen Versuchen zwischen 2 und 3 Oesen für ein mitteres Meerschweinchen von 300 grm Gewicht, sie ist also etwa 3 mal höher als die der lebend injicirten Cholerabacterien, was den theoretischen Erwägungen sehr schön sich anpasst. Für ein Kilo Thier ergiebt eine einfache Rechnung $\frac{1000}{300} \times 3 \times 1{\cdot}5^{mg} = 15$ mg der abgetödteten Cultur als sichere letale Dosis; wahrscheinlich aber ist diese Zahl eher noch etwas zu hoch gegriffen. Rechnen wir den Gehalt an Trockensubstanz zu durchschnittlich 16%, so ergibt sich das Gewicht der wasserfreien Cholerasubstanz, welche ein Kilogramm Meerschweinchen tödtet, zu $2{\cdot}5^{mg}$. Hiervon sind aber noch die Aschenbestandtheile in Abzug zu bringen, so dass die letale Dosis, auch unter der Voraussetzung, dass die ganze übrig bleibende Trockensubstanz aus Giftstoff besteht, eine Voraussetzung, die schwerlich zutreffend sein wird, als ganz unerwartet minimal sich darstellt.

In der Hoffnung, dass es nach den bekannten und vielfach geübten Methoden der Toxalalbumindarstellung gelingen würde, auch das Choleragift reiner zu erhalten, versuchte ich zunächst die Wirkung der am meisten verwendeten Chemikalien auf diese Giftkörper zu prüfen. Das Thierexperiment gab mir ja ein bequemes Mittel in die Hand jeden chemischen Eingriff zu controliren und festzustellen, ob dadurch eine Con-

densation oder im Gegentheil eine Zerstörung der toxischen Principien verursacht wird. Der Chemiker ist geneigt, den Alkohol für ein relativ indifferentes Fällungsmittel zu halten. Indessen haben schon Brieger, Proskauer und Wassermann für das Diphtheriegift und Kitasato für das Toxin des Tetanus bewiesen, dass Alkohol diese Giftkörper wenigstens theilweise zu zersetzen vermag. Wie verhält sich dies bei der Cholera?

Ich nahm frische Choleraagarculturen und verrieb sie mit einem Ueberschuss von Alcohol absolutus. Nach längstens einer halben Stunde wurde der Alkohol abgegossen, der feinpulverige Bodensatz durch freiwillige Verdunstung von Alkohol befreit und dann mit ein wenig Bouillon verrieben zur Injection benutzt.

Tabelle VII.

Versuche mit durch Alcohol absolutus abgetödteten Choleraculturen.

Nr.	Gewicht	Dosis	Resultat	Bemerkungen
25	400 grm	3 ganze Agarculturen intraperiton.	+	Injection Vormitt. 11 Uhr T. 38·4 11 „ 30 **34·7**! 12 „ 32·9 4 „ unter 32·0 7 „ „ 32·0 † am Abend.
26	400 „	1 ganze Agarcultur intraperiton.	schwere Vergiftung. Thier erholt sich.	Injection 2 Uhr 40 T. 38·7 4 „ 34·6! } schwer 7 „ 34·0 } krank Tag darauf 8 Uhr Morgens T. 37·3 3 „ Mittags 39·3 Thier gesund geblieben.
27	440 „	1/3 Agarcultur intraperiton.	Vergiftung mittleren Grades	Injection 1 Uhr T. 38·7 2 „ 30 39·0 4 „ 30 36·4 } deutlich 7 „ 35·8 } krank. Am andern Morgen hat sich das Thier ganz erholt.
28	400 „	2 ganze Agarculturen subcutan	schwere Vergiftung	Injection 12 Uhr T. 38·8 2 „ 35·2 4 „ 35·1 7 „ 34·5 Tags darauf Morgens 37·9 Mittags 38·1 Thier hat sich ganz erholt. Stirbt 7 Tage später an einem durch Staphylokokken verursachten Abscess an der Impfstelle.
29	450 „	1 ganze Cultur	leichte Vergiftung	Injection 10 Uhr T. 38·1 12 „ 40·1 } Thier 2 „ 39·4 } bleibt 4 „ 38·5 } gesund.

Die Giftigkeit der durch Alkohol abgetödteten Choleraculturen ist demnach sehr viel geringer als die der lebenden oder mit Chloroform behandelten Culturen, denn es bedarf, um den Tod oder schwere Vergiftungssymptome herbeizuführen der 10 bis 20fachen Dosis. Also hat der Alkohol den Giftstoff entweder zum grössten Theil zerstört oder ihn in eine weniger wirksame Modification übergeführt. Das sehr schnelle Auftreten der Vergiftungserscheinungen in Versuch 25 und 26 beweist, dass diese Modification in den Körpersäften gut löslich ist. Es erscheint mithin der Alkohol als ein sehr wenig geeignetes Mittel zur Reindarstellung des Choleragiftes.

Vielleicht aber boten die concentrirten Lösungen der Neutralsalze günstigere Chancen. Ich verrieb grössere Quantitäten der frischen Agarculturen mit etwas Bouillon und tropfte die Aufschwemmung in einen grossen Ueberschuss einer concentrirten wässerigen Lösung des schwefelsauren Ammons. Es entstand eine Trübung, die sich nach 24 Stunden in zarten Flocken absetzte. Dieser Niederschlag wurde abfiltrirt, durch Absaugen mittelst Filterpapiers nach Möglichkeit von dem anhaftenden Ammonsalz gereinigt und dann in wenig steriler Bouillon vertheilt. Diese Aufschwemmung, welche sich als steril erwies, hatte eine auffällig schleimige Beschaffenheit, die auf tiefgreifende chemische Zersetzungen der Bacteriensubstanz hinwies. Dementsprechend fand sich auch die Giftwirkung alterirt.

Tabelle VIII.

Versuche mit Choleraculturen, die 24 Stunden mit concentrirter Lösung von schwefelsaurem Ammon behandelt waren.

Nr.	Gewicht	Dosis	Resultat	Bemerkungen
30	480 grm	eine ganze Agarcultur intraperiton.	geringe Giftwirkung	Injection 11 Uhr 30 T. 38·1 2 „ 39·3 3 „ 37·9 5 „ 37·8 7 „ 38·2 9 „ 38·1 Thier bleibt gesund.
31	270 „	desgl.	+	Injection 11 Uhr 30 T. 38·4 1 „ 35·4 2 „ 33·4 5 „ 32·0 7 „ 31·5 9 „ 29·5 † in der Nacht. Im Peritoneum und im Blut keine Cholerabacterien.
32	200 „	desgl.	schwere Vergiftung	Injection 11 Uhr 30 T. 39·4 1 „ 15 36·6 4 „ 35·9 8 „ 34·0! Thier schwer krank. Am anderen Morgen ist das Thier wieder ganz munter.

Also auch die Salzlösungen sind nicht indifferent, sondern schwächen die Giftwirkung ganz ebenso wie der Alkohol. Offenbar handelt es sich hier um Körper von sehr grosser Labilität, und es war angezeigt, ihr Verhalten weiteren Reagentien gegenüber zu prüfen.

Koch hatte gezeigt, dass die Cholerabacterien durch Eintrocknen sehr rasch und sicher getödtet werden können. A priori musste gerade dieser Modus der Abtödtung sehr schonend erscheinen, da so hoch complicirte Molecüle wie das lebende Protoplasma der meisten Bacterien und mancher Infusorien dadurch gar nicht tangirt wird. Zu diesem Behufe wurden frische Choleraagarculturen in dünner Schicht auf sterilen Glasschalen ausgebreitet und dann 24 Stunden bei 37° C. im Finstern getrocknet. Controlversuche ergaben nach dieser Frist Sterilität der getrockneten Massen. Letztere wurden nur zur Injection mit wenig Bouillon aufgeschwemmt.

Tabelle IX.

Versuche mit getrockneten Choleraculturen.

Nr.	Gewicht	Dosis	Erfolg	Bemerkungen
33	380 grm	3/4 Agarcultur intraperiton.	+	Injection 10 Uhr 30 T. 38·6 12 „ 30 34·7 3 „ 32·0 6 „ 31·5 8 „ 30·5 † in der Nacht. Peritoneum und Blut frei von Cholerabacillen.
34	290 „	1/3 Agarcultur intraperiton.	+	Injection 11 Uhr 30 T. 38·5 12 „ 30 36·2 2 „ 33·4 3 „ 31·5 6 „ 33·0 Tags darauf 8 „ 31·0 10 „ 32·0 Mittags 3 „ 28·5 † 28 Stunden nach der Injection. Sofort post mortem Obduction. Peritoneum, Blut Darminhalt frei von Cholerabacterien.
35	375 „	1/4 Agarcultur	+	Injection 11 Uhr 30 T. 38·2 2 „ 39·5 3 „ 39·6 4 „ 38·2 6 „ 37·9 8 „ 36·5 † im Laufe der Nacht.
36	250 „	eine Oese	leichte Vergiftung	Injection 11 Uhr T. 38·3 1 „ 39·2 2 „ 40·1 4 „ 39·8 7 „ 38·8 Normal.

Durch Trocknen sterilisirte Culturen haben demnach einen beträchtlichen Grad von Wirksamkeit bewahrt und stehen darin den mit Chloroform behandelten Culturen am nächsten. Die tödtliche Dosis für ein Meerschweinchen von 300 grm Gewicht liegt etwas unterhalb $^1/_4$ Agarcultur und dürfte 4—5 Oesen betragen.

Tabelle X.

Versuche mit durch Hitze sterilisirten Choleraculturen.

Nr.	Gewicht	Dosis	Erfolg	Bemerkungen
37	200 grm	eine ganze Agarcultur eine Stunde auf 60° C. erwärmt, intraperiton.	sehr schwere Vergiftung. Thier kommt davon.	Injection 11 Uhr T. 38·6 1 „ 37·2 3 „ 36·0 5 „ 34·0 7 „ 33·0 Tags darauf 9 „ 33·0 1 „ 32·0 7 „ 34·0 Am 3. Tage hat sich das Thier wieder erholt.
38	195 „	eine ganze Agarcultur einmal aufgekocht intraperiton.	schwere Vergiftung. Das Thier erliegt einer Secundärinfection.	Injection 9 Uhr 30 T. 38·4 1 „ 38·0 2 „ 37·1 3 „ 35·6 4 „ 34·0 8 „ 34·0 Tags darauf 9 „ 36·3 1 „ 36·0 5 „ 35·5 † in der Nacht. Im Herzblut grosse Mengen von kapseltragenden, ziemlich plumpen Bacillen.
39	375 „	eine ganze Agarcultur 2 Stunden im Dampfkochtopf erhitzt.	schwere Intoxication mit gutem Ausgang	Injection 1 Uhr 30 T. 38·5 3 „ 38·8 5 „ 36·5 6 „ 35·7 Tags darauf 9 „ Morgens 34·5 1 „ Mittags 33·8 Am dritten Tage Temperatur 38·2. Thier hat sich erholt.

Die Hitze vernichtet nach vorstehenden Versuchen sofort den grössten Theil der Choleragiftwirkung. Diese Abschwächung der Toxicität findet schon statt bei 60° nach einer Stunde, sie tritt augenblicklich ein nach einmaligem Aufkochen und wird auch nach zweistündigem Verweilen im Dampfkochtopf nicht deutlicher merklich. Es hat also ganz den Anschein, als ob das in den Choleravibrionen enthaltene primäre Toxin durch die Hitze fast momentan in eine secundäre Modification übergeführt wird,

die dann aber bei weiterem Erhitzen sehr stabil sich verhält. Es ist dies wahrscheinlich ein ganz ähnlicher Giftkörper, wie derjenige, der in den durch Kochen sterilisirten Metschnikoff-Culturen enthalten ist. Auch Alkohol und concentrirte Salzlösungen verwandeln, wie früher gezeigt wurde, das primäre Toxin in weniger wirksame secundäre Producte. Ob diese secundären Choleragifte alle identisch sind, lässt sich schwer entscheiden. Ein Umstand spricht gegen die Identität. Die gekochten Choleraculturen erzeugen nämlich Krankheitserscheinungen von auffällig protahirtem über 48 Stunden sich hinziehendem Verlauf, wie solche sonst nur ganz ausnahmsweise zu beobachten waren. Aber nur sehr eingehende Untersuchungen könnten diese Frage völlig klar stellen.

Wie verhalten sich die Choleragifte in Bouilloncultureu? Eine 20 Tage alte bei 37° in 4procentiger Glycerinbouillon gezüchtete Choleracultur wurde durch das Chamberland'sche Filter gejagt. Das Filtrat war in Dosen von 4 ccm bei intraperitonealer Injection so gut wie ungiftig.

Tabelle XI.

Versuche mit keimfreiem Filtrat einer 20 Tage alten Choleracultur in 4 Procent Glycerinbouillon.

Nr.	Gewicht	Dosis	Erfolg	Bemerkungen
40	400 grm	3 ccm intraperiton.	geringe Vergiftung	Inject. 1 Uhr T. 38·3 3 „ 39·8 4 „ 40·7! Thier ganz munter 5 „ 40·2 8 „ 39·2 gesund geblieben.
41	370 „	4 ccm intraperiton.	geringer Effect	Inject. 10 Uhr T. 39·0 12 „ 37·5 3 „ 37·6 Thier kaum krank 5 „ 37·8 8 „ 38·0

Die Giftsubstanz geht also grade wie bei dem Vibrio Metschnikowi nicht in das Filtrat über.

Vielleicht aber ist sie, wie manche Fermente, in concentrirtem Glycerin löslich. Ich nahm 12 ganze, sehr üppige, frische Agarculturen, kratzte sie ab und verrieb sie mit 4 ccm Glycerin. Diese Emulsion verblieb 24 Stunden im Brütschrank, wurde dann mit 6 ccm Bouillon vermengt und durch Porzellan filtrirt.

Tabelle XII.

Versuche mit keimfrei filtrirtem Glycerinextract frischer Choleraculturen.

Nr.	Gewicht	Dosis	Resultat	Bemerkungen
42	285 grm	0·1 Extract intraperiton.	keine Wirkung	—
43	340 „	0·2 dito.	keine Wirkung	—
44	290 „	1·0! Extract	Glycerin-vergiftung	Inject. 2 Uhr T. 38·8 4 „ 38·7 Thier recht krank 6 „ 38·4 8 „ 38·0 Thier erholt sich, gesund geblieben.

Glycerin ist also nicht im Stande; aus lebenden Choleraculturen giftige Stoffe zu extrahiren, denn selbst in Versuch 44, wo 1 ccm Extract, in welchem die in Glycerin löslichen Antheile einer ganzen Choleracultur enthalten waren, injicirt wurde, trat keine Herabsetzung der Temperatur auf, sodass die beobachtete Hinfälligkeit des Thieres wahrscheinlich auf die hohe Glycerindosis zu schieben ist.

Alle bisher aufgeführten Versuche waren mit der aus Massaua erhaltenen Choleracultur angestellt worden. Ich musste mir die Frage vorlegen, ob die auffälligen, von mir beobachteten Giftwirkungen eine specifische Eigenthümlichkeit dieser Cultur waren, oder ob auch mit Choleraculturen anderer Herkunft ähnliche Resultate erzielt werden konnten.

Tabelle XIII.

Vergleichende Versuche über die Giftwirkung lebend injicirter älterer, seit Jahren fortgezüchteter Choleraculturen und des Finkler'schen Vibrio.

Nr.	Gewicht	Dosis	Erfolg	Bemerkungen
45	170 grm	3 Oesen alter Choleracultur intraperiton.	+	Injection 10 Uhr 20 T. 38·6 12 „ 38·6 2 „ 38·0 4 „ 34·5 6 „ 30·0 8 „ 25·5! † in der Nacht.
	170 „	5 Oesen Vibrio Finkler intraperiton.	+	Injection 10 Uhr 20 T. 38·7 12 „ 38·6 1 „ 34·0 2 „ 28·0 4 „ 27·5 6 „ 25·5 † 7 Uhr Abends.

Es fand sich also, dass die seit Jahren im hygienischen Institut fortgezüchtete Cholera, die wir uns gewöhnt hatten, als ganz harmlos anzu-

sehen, doch sehr unangenehme Vergiftungserscheinungen hervorzubringen vermochte, und Aehnliches galt auch von den Finkler'schen Vibrionen. Es scheint, als ob die Vibrionen eine sehr nahe zusammengehörige Gruppe bilden, die sich nur durch untergeordnete Merkmale, stärkere oder geringere Wachsthums-Intensität, Bildung grösserer oder geringerer Mengen Gelatine-verflüssigender Fermente unterscheiden.

Zu welcher Classe von chemischen Körpern gehört das primäre Choleragift? So viel lässt sich mit Bestimmtheit behaupten, dass es eine hochcomplicirte und sehr labile Substanz sein muss, die in engen Beziehungen steht zu dem Bacterienprotoplasma, vielleicht dieses selbst ist. Wir nennen derartige Stoffe Eiweisskörper. Somit wäre es ein giftiger Eiweisskörper, ein Toxalbumin. Gegen diese Ausführungen lässt sich kaum ein stichhaltiger Einwand erheben, nur muss man sich klar machen, dass der Name Toxalbumine in dem hier gebrauchten Sinne etwas anderes bedeutet, als was sonst unter dieser Bezeichnung in der Bacteriologie gebräuchlich ist. Der Chemiker will definirbare Körper haben, die bestimmte chemische Reactionen geben und daran stets wieder erkannt werden können. Wo sie ihm nicht von selbst entgegentreten, da stellt er sie sich dar. So zerlegt er das Blutserum in Albumine und Globuline, so hat er auch versucht, die sonst unfassbaren Bacteriengifte in eine chemisch definirbare Form zu bringen. Ich glaube aber nicht, dass man im Stande ist, durch Auflösen und Mischen der einmal gefällten Globuline und Serumalbumine das ursprüngliche Serum mit all' seinen Eigenschaften zu restituiren. So können auch die giftigen Niederschläge, die aus Bacterienculturen herstellbar sind, unter Umständen durch die Fällungsmittel eine gewisse Modification erleiden. Ich halte es für wichtig, an dem Choleragift von neuem den Beweis geführt zu haben, dass bei diesen meist sehr zersetzlichen Stoffen auch die schonendsten Manipulationen unter Umständen versagen, und dass dabei die Giftsubstanz uns unter den Händen zerrinnen kann. Das soll keine Entmuthigung für den physiologischen Chemiker sein, sondern eine Aufforderung, neue Methoden zu ersinnen. Ich glaube, dass diese giftigen Eiweisskörper hier sehr nützlich werden können, indem gerade ihre toxischen Eigenschaften uns befähigen, bei jedem Schritte vorwärts den Thierversuch zu Rathe zu ziehen. Die Pasteur'sche Schule liebt es, die Bacteriengifte als Enzyme aufzufassen. Das ist reine Geschmacksache, denn chemisch definirbar sind die Enzyme bis jetzt ebensowenig wie das, was ich unter dem Begriff Eiweisskörper verstanden wissen will. Uebrigens möchte ich hier erwähnen, dass junge Choleraculturen in besonders hohem Grade mit Guajak und Wasserstoffsuperoxyd Blaufärbung zeigen, eine Reaction, die als Ferment-Reaction bekannt ist, die übrigens in irgend einem Grade allen Bacterienspecies zuzukommen scheint.

Es ist hier der Ort, einen kurzen Rückblick zu werfen auf die Vorstellungen, welche die Bacteriologen sich von den Bacteriengiften gemacht haben. Alles, was sich hier sagen lässt, liegt in dem einen oft gehörten Wort „Stoffwechselproducte". Man dachte sich die Thätigkeit der Bacterien ähnlich wie die der Hefezellen, nur dass die ersteren Gifte aus gewissen Bestandtheilen ihres Nährbodens, die letzteren Alkohol aus Zucker abspalten. Auch die Cholerabacterien bilden Stoffwechselproducte in diesem Sinne, aber ihre specifischen Giftstoffe stehen doch in zu engem Connex zu ihrer Körpersubstanz, als dass ich sie zu den Stoffwechselproducten, die doch mehr oder weniger Excretionsstoffe darstellen, rechnen möchte. Ich behalte es mir vor, diese Fragen an anderen pathogenen Bacterien weiter zu verfolgen.

Das primäre Choleragift ist bisher als solches unbekannt und unstudirt geblieben. Dagegen ist die durch Kochen entstehende secundäre Giftsubstanz von Petri genauer untersucht worden. Seine Resultate sind sehr lehrreich. Sie zeigen, dass unsere bisherigen chemischen Methoden nicht einmal zur Darstellung eines Körpers genügen, der mehrstündiges Kochen unzersetzt aushält. Petri selbst muss zugeben, dass sein „Toxopepton", dessen letale Dosis zwischen 0·36 und 1·87 ^{grm} pro Kilo Meerschweinchen schwankt, viel weniger wirksam ist als das Ausgangsmaterial. Damit ist aber dem Toxopepton das Urtheil gesprochen.

Die Angaben von Brieger und Fränkel über Choleragift sind etwas knapp, so dass man sich von der Natur ihrer Giftkörper nur unbestimmte Vorstellungen bilden kann; sie scheinen secundäre Giftstoffe in den Händen gehabt zu haben.

Eine gewisse Berücksichtigung verdient noch der Hüppe'sche Standpunkt. Hüppe legt das Hauptgewicht auf die anaërobe Lebensweise, welche die Cholerabacterien im Darmcanal führen und durch welche sie erst zur Abspaltung hochgiftiger Stoffwechselproducte befähigt werden sollen. Schade nur, dass die positiven Beweise dieser blendenden Hypothese in so geringem Grade zur Seite stehen. Scholl hat nach Hüppe's Vorgang Cholerabacterien in Eiern gezüchtet. Nach 18 Tagen wurden die Eier geöffnet, rochen stark nach Schwefelwasserstoff und tödteten Meerschweinchen bei intraperitonealer Injection in wenigen Minuten. Nun riechen Eier, die mit im hygienischen Institut fortgezüchteter Cholera besät sind, niemals nach Schwefelwasserstoff, sondern zeigen höchstens einen eigenthümlich aromatischen Geruch, was Petri gefunden und Dr. Musehold, welcher diese Frage auf meine Veranlassung untersuchte, lediglich bestätigt hatte. Doch giebt uns der Schwefelwasserstoffgeruch vielleicht den Schlüssel für die sonderbaren Giftwirkungen, die Scholl beobachtet hatte. Man kann nämlich ganz das gleiche Vergiftungsbild jeden Moment erzielen, wenn man Meerschweinchen ganz geringe Mengen, 2 bis 3 ^{mg}

Schwefelammon in die Bauchhöhle spritzt. Ich kann daher die Scholl'schen Versuche zunächst nicht als einwandsfrei betrachten.

Aber die Anaërobiose der Cholerabacterien hat doch etwas mit der Entstehung der Choleraerkrankung zu thun.

Cholerabacterien, die anaërob üppig wachsen, werden natürlich am ehesten geeignet sein, im Darmcanal abundant zu wuchern und dadurch grosse Mengen ihrer specifischen Giftstoffe zu bilden. Es scheint, als ob man künstlich die Koch'schen Vibrionen an eine anaërobe Existenz gewöhnen kann. Jedenfalls können Experimente, die ich vor länger als zwei Jahren angestellt habe, sehr wohl in diesem Sinne gedeutet werden. Wenn ich nämlich Meerschweinchen nach der Koch'schen Methode vom Darmcanal aus mit Cholera inficirte und den vibrionenhaltigen Darminhalt immer von Thier zu Thier übertrug, so genügten bei jeder neuen Passage geringere Mengen des Darminhaltes, um die Krankheit zu übertragen. Gleichzeitig änderte sich aber das Wachsthum der reingezüchteten Cholerabacterien in Bouillonröhrchen. Während die Ausgangscultur auf der Bouillon bei 37° nach 2½ Stunden ein dichtes Häutchen bildete, das auf der sonst völlig klaren Flüssigkeit schwamm, trübte schon nach der fünften Passage sich das ganze Röhrchen, aber das Oberflächenhäutchen war noch vorhanden. Nach der zehnten Passage war unter gleichen Umständen von Häutchenbildung nichts mehr zu sehen, dagegen fand sich eine gleichmässige und intensive Trübung der Bouillon. Da die Häutchenbildung doch wohl so zu Stande kommt, dass die betreffenden Bacterien den Luftsauerstoff gierig aufsuchen, so bedeutet ein Ausbleiben des Oberflächenwachsthums ein geringeres Sauerstoffbedürfniss und eine Gewöhnung an anaërobes Wachsthum.

Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse.

In ganz jungen, aërob gezüchteten Choleraculturen ist ein specifischer Giftstoff enthalten, welcher ausserordentlich intensive toxische Effecte entfaltet. Dieses primäre Choleragift steht in sehr enger Zusammengehörigkeit zu den Bacterienleibern und ist vielleicht ein integrirender Bestandtheil derselben. Durch Chloroform, Thymol und durch Trocknen können die Choleravibrionen abgetödtet werden, ohne dass dieser Giftstoff anscheinend verändert wird.

Alcohol absolutus, concentrirte Lösungen der Neutralsalze, Siedehitze zersetzen ihn und lassen secundäre Giftkörper zurück, die eine ähnliche physiologische Wirkung haben, aber erst in der 10 bis 20fachen Dosis den gleichen toxischen Effect erzielen.

Auch die anderen Mitglieder der Vibrionenfamilie, der Vibrio Metschnikowi und der Finkler'sche Kommabacillus enthalten nahe verwandte Giftstoffe.

Nachtrag.

Während der Drucklegung dieser Arbeit erschien in Nr. 53 der *Deutschen medicinischen Wochenschrift*, Jahrgang 1891, ein Aufsatz von Hüppe: Aetiologie und Toxicologie der Cholera asiatica. Hüppe verficht darin von neuem seinen Standpunkt, dass erst die Anaërobiose die Cholerabacterien befähigt, im Darmcanal giftige „Spaltungsproducte" zu bilden. Sie bedürfen, um unter Luftabschluss wachsen zu können, eines ganz besonderen Nährbodens, der vor allem reich an genuinen Eiweisskörpern sein muss, und nach Hüppe's Ansicht sind demnach rohe Eier ein besonders geeignetes Material für das Studium der Giftwirkung der Koch'schen Vibrionen. Es entstehen unter diesen Umständen Giftkörper, die sich chemisch wie Peptone verhalten, und die in der Dosis von 0·2 grm pro Kilo Thier Meerschweinchen innerhalb weniger Minuten unter Lähmungs- und Krampf-Erscheinungen zu tödten vermögen. — Leider muss ich bekennen, dass meine Untersuchungen mich auf einen Standpunkt geführt haben, welcher dem Hüppe'schen diametral entgegengesetzt ist. Meiner Auffassung nach hat die Anaërobiose mit der Giftwirkung der Cholerabacillen direct nicht das Mindeste zu thun. Es handelt sich eben gar nicht um Spaltungsproducte, die unter dem Einfluss der Cholerabacillen aus den complicirteren Molekeln des Nährmaterials abgeschieden werden, sondern um toxische Stoffe, die wahrscheinlich als integrirende Bestandtheile zum Zellenleibe der Choleravibrionen gehören und die deshalb unter allen Verhältnissen, wo diese Mikroorganismen wachsen, aërob oder anaërob gebildet werden können. Auch das genuine Eiweiss ist überflüssig. Das gewöhnliche Pepton, Nähragar und Peptonbouillon genügen den Cholerabacterien, um ihre giftige Leibessubstanz zu bilden. Die Beschreibung, die Hüppe von dem toxischen Effect seiner anaërobiotischen Spaltungsproducte liefert, ist nichts weniger als klar; aber soviel geht daraus hervor, dass ihre Wirksamkeit wenigstens 100 mal geringer ist, als die der aërob gewachsenen Bacillenleiber, sei es, dass diese lebend, oder durch Chloroform abgetödtet injicirt werden. Ich möchte glauben, dass diese Thatsache genügt, um darzuthun, dass Hüppe mit seiner Hypothese recht weit vom richtigen Wege abgeirrt ist und dass trotz Hüppe's Deductionen die Koch'schen Anschauungen über das Wesen des Cholera-processes noch jetzt völlig zu Recht bestehen und auch durch meine eigenen Untersuchungen lediglich bestätigt werden.

Zu Dr. H. Bitter: „Ueber Methoden zur Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft."

Von

Dr. **A. Wolpert,**
Professor in Nürnberg.

Die „Zeitschrift für Hygiene" brachte im neunten Bande (1890) in einer Abhandlung von Dr. H. Bitter „Ueber Methoden zur Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft" Mittheilungen, welche mich durch Inhalt und Form zu einer Berichtigung veranlassen. Dass ich nicht früher mit einer solchen hervortrat, hat seinen Grund darin, dass eine Berichtigung von anderer Seite, theilweise von Hrn. Dr. Bitter selbst, erwartet werden durfte, da einerseits nach Bitter „alle vereinfachten Methoden zur CO_2-Bestimmung, mit Ausnahme vielleicht des Lunge'schen Verfahrens, keine für den Hygieniker brauchbaren Werthe ergeben" (S. 34) und sogar „nach der Pettenkofer'schen Methode wissenschaftlich genaue Resultate nicht zuverlässig erhalten werden" (S. 14), andererseits die Bitter'sche Arbeit mit schwer wiegenden — aber in Referaten[1] unberücksichtigt gelassenen — Fehlern behaftet ist, auf welche ich schon vor längerer Zeit durch eine Arbeit meines Sohnes, Dr. med. Heinrich Wolpert,[2] aufmerksam gemacht wurde.

Bitter bringt auf S. 35 die Beschreibung eines von ihm erdachten Verfahrens mit einer Schüttelflasche zu 500 ccm und verdeutlicht auf S. 36 die Art der Berechnung durch ein Beispiel. Da er das Molekulargewicht der Soda als 90 statt 106 setzt, wodurch allein schon der Kohlensäuregehalt der Untersuchungsluft sich um 15 Procent zu gross ergeben muss,

[1] *Supplement der deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege.* 1891. S. 45. — *Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege.* 1891, 9. Heft, S. 348.

[2] Inzwischen erschienen: *Eine einfache Luftprüfungsmethode auf Kohlensäure mit wissenschaftlicher Grundlage.* Nebst Tabellen und Diagrammen. 1892. Leipzig, Baumgärtner. 4 M.

ferner bei dem vorgeführten Beispiel (nach einer Tabelle von 1865) eine Reductionszahl 1·8 statt der richtiger zu berechnenden 1·9 benützt und noch zwei Rechenfehler macht, erhält er den Kohlensäuregehalt 2.619‰ anstatt des sich bei richtiger Rechnung ergebenden 1·843‰, also um 42 Procent zu hoch.

Nun ist aber der Satz beigefügt: „Es waren also in 1000 Volumtheilen der untersuchten Luft 2·619 Volumtheile CO_2 enthalten, eine Menge, wie sie auch bei einer gleichzeitig mittels der Controlmethode ausgeführten Bestimmung fast genau ebenfalls gefunden wurde."

Es stehen sich demnach bei diesen gleichzeitigen Untersuchungen nach zwei als zuverlässig anzunehmenden Methoden die Ergebnisse 1·8 und 2·6‰ CO_2 gegenüber. Wie ist das aufzuklären?

Auffallend sind auch mehrere andere Vergleichsresultate, so die in den auf S. 20 oben zusammengestellten Beispielen, bei welchen der Kolben mit Baryumhydrat 0·851 und 0·782‰, der mit Strontiumhydrat 0·940 und 0·963‰, also um 10 und 23 Procent mehr CO_2 finden liess; ferner auf S. 27 die Abweichungen von 17 u. 29 Procent bei dem von Bitter am meisten unter den einfachen Methoden empfohlenen Lunge'schen Verfahren gegenüber der Controlmethode.

Soll man aus solchen verschiedenen Ergebnissen von Paralleluntersuchungen folgern, dass die Methoden mit so grossen Fehlerquellen behaftet sind, oder dass die Untersuchungen nicht sorgfältig ausgeführt wurden?

Weder das Eine noch das Andere, so lange eine dritte Ursache der Differenzen gefunden werden kann. Diese liegt hier nahe: Der CO_2-Gehalt der untersuchten Luftmengen war in der That sehr verschieden gross und konnte zufällig bei der einen Luftprobe ungefähr im Verhältniss des unrichtig berechneten Resultates grösser sein als bei der anderen. Diese Annahme hat nichts Unwahrscheinliches; denn in einem geheizten oder auch nicht geheizten, aber durch Personen und Beleuchtungsflammen erwärmten Zimmer bestehen vielfache Luftströmungen nach verschiedenen und wechselnden Richtungen; man findet da bedeutende Unterschiede der Temperatur, der absoluten und relativen Feuchtigkeit und der Reinheit der Luft an verschiedenen Stellen des Zimmers. Die ausgleichenden Wirkungen der Diffusion und mechanischen Mischung sind nicht so beträchtlich, dass eine gleichmässige Luftbeschaffenheit anzunehmen wäre. Im Untersuchungszimmer war in Folge des Anzündens von Gasflammen die Luft der oberen Schichten sehr warm und kohlensäurereich; nach Auslöschen der Gasflammen wurde die Luft mittels einer grossen Papptafel durchgemischt. Das konnte aber nicht verhindern, dass alsbald nach dem Durchfächern die Luft der oberen Schichten wieder kohlensäurereicher

war als die der unteren, weil ohne Zweifel die Innenluft wärmer war, als die Aussenluft und diese durch die unvermeidlichen Oeffnungen eindringen und zunächst die unteren Schichten einnehmen musste. Diese Veränderung der Luft im Versuchsraume mag allerdings bei manchen rasch ausgeführten Luftentnahmen nicht wesentlich gewesen sein (Bitter S. 9).

Im allgemeinen aber ist in einem Raume, in welchem nicht Zuführung erwärmter reiner Luft stattfindet, aber die Luft durch Producte der Respiration, Perspiration und Beleuchtung erwärmt und zugleich verunreinigt wird, die Luft an der Decke die schlechteste; sie sinkt an den kälteren Wänden herab, mischt sich auf diesem Wege und mehr noch am Boden mit besserer Luft, und zum Ersatz dieser abwärts fliessenden Luft findet Aufwärtsströmen mehr in der Zimmermitte und an allen wärmeren Gegenständen statt. Zwischen den nahezu vertical abwärts und aufwärts gerichteten Luftbewegungen bestehen auch horizontale und schräge. In der Nähe einer Aussenwand kann, wenngleich sie am kältesten ist, die Zimmerluft besser sein als an den anderen Wänden, auch in dem vorderen Zimmertheile besser als in dem hinteren, namentlich wenn der Wind gegen die Aussenwand gerichtet ist.

Es muss daher meistens der Kohlensäuregehalt der Luft an verschiedenen Stellen eines Zimmers verschieden und an derselben Stelle veränderlich sein.

Wenn sich nun auf diese Weise die gefundenen beträchtlichen Differenzen bei exacter Durchführung wissenschaftlicher Methoden erklären lassen, so ist es nicht angängig, auf Grund der Bitter'schen Vergleichsbeobachtungen irgend eines der vereinfachten Verfahren zu verwerfen. Der Unterschied der arithmetischen Mittel beträgt bei meinem Taschenluftprüfer gegen die Controlmethode für die acht von Bitter aufgeführten Beobachtungen ungefähr 20 Procent, bei meinem continuirlichen Luftprüfer für die 18 aufgeführten Beobachtungen gegen die Kolbenmethode weniger als 8 Procent. Die Abweichungen sind theils positiv, theils negativ und theilweise so verschieden bei nahezu gleichen Ergebnissen der andern Methoden, dass eine ungleichmässige Handhabung meiner Apparate angenommen werden müsste, wenn nicht die Annahme wirklich verschiedener Luftbeschaffenheit begründet wäre.

An die richtige Beurtheilung der massgeblichen Trübung bei meinem Taschenluftprüfer gewöhnt man sich bald, und selbstverständlich ist es, dass man die Luftprüfung nicht am Apparate sitzend und mit dem Gesichte gegen ihn gewendet vornimmt, sondern stehend und mit ausgestrecktem Arme, von dem tiefer auf einem Tische stehenden Apparate möglichst abgewendet. Dann wird nicht leicht Ausathmungsluft in den Ballon aufgesaugt.

Bei meinem continuirlichen Luftprüfer ist es natürlich, dass er nicht eine momentane Veränderung der Luftreinheit anzeigt, sondern die durchschnittliche von einem längeren Zeitraum, etwa der letzten Viertelstunde, und dass man bei neuer Ingangsetzung die Durchtränkung der Kordel mit Reagensflüssigkeit und das regelmässige Functioniren abwarten muss. Die Grenze zwischen Blassroth und entschieden Weiss ist hinreichend genau zu erkennen, so lange die Kordel rein ist. Anstatt sie zu reinigen, thut man besser, bei continuirlicher Inganghaltung wöchentlich eine neue Kordel einzuhängen, was keine nennenswerthe Mühe und Ausgabe verursacht. Ein sieben Meter langes Stück der geeigneten übersponnenen Leinenkordel, in Kurzwaarenhandlungen für 14 Pfennige zu kaufen, reicht für 15 malige Auswechselung. Es ist kein weiteres Präpariren der Kordel nöthig, als dass man sie kurze Zeit in Wasser legt und dann einig Mal nass durch die Finger zieht und ausdrückt, um den daran haftenden Appreturstoff zu entfernen.

Nun einige Worte über die weniger sachlichen Nebenbemerkungen des Hrn. Dr. Bitter. Mein Taschenluftprüfer wird (S. 28) als „der mit so viel Reclame angepriesene Apparat" bezeichnet. — Mir ist von reclamenhafter Anpreisung nichts bekannt. Die den Apparat ausführende Fabrik hat nicht einmal durch Geschäftsanzeigen auf ihn aufmerksam gemacht, weil sie es für genügend hielt, dass von mir einige Aufsätze in technischen und anderen Zeitschriften veröffentlicht wurden. Diese Veröffentlichungen, wie auch einige Vorträge in technischen Vereinen, behandelten ausser der Beschreibung meines Luftprüfers, sachgemäss die Wichtigkeit der Sorge für gute Luft in Wohnräumen und folglich der häufigen Untersuchung der Zimmerluft, wozu mein Luftprüfer als gut geeignet bezeichnet wurde. In solcher Weise meinen Taschenluftprüfer zu empfehlen, dazu hielt ich mich für vollkommen berechtigt, nachdem ich unter den verschiedensten Verhältnissen unzählige Luftuntersuchungen ausgeführt und immer der Wahrscheinlichkeit entprechende Resultate, auch bei Controle vieler Resultate durch Pettenkofer's Methode genügende Uebereinstimmung gefunden hatte. Ich habe den Taschenluftprüfer schon vor dem Jahre 1882 construirt, als noch kein anderer einfacher Luftprüfer bekannt war, als der ursprüngliche Smith-Lunge'sche, und auch dieser nicht fertig zu kaufen. Es sollte doch Anerkennung finden, dass ich durch Bewerkstelligung der fabrikmässigen Anfertigung und Verbreitung meines unstreitig handlichen Apparates einem Bedürfniss zu entsprechen suchte. Das Bedürfniss zeigt sich darin, dass ungefähr 1100 Stück verkauft worden sind. Dieser Umstand spricht auch für die Brauchbarkeit. Der Apparat macht, wie ich von Anfang an häufig betonte, nicht Anspruch auf wissenschaftliche Genauigkeit, aber er ermöglicht es einem Jeden, schnell und leicht

sich zu überzeugen, ob die Zimmerluft zu schlecht, noch zulässig gut oder sehr gut ist.

Gleiches gilt von meinem continuirlichen Luftprüfer, dessen Construction durch den Wunsch hervorgerufen wurde, einen Apparat zu haben, an welchem sich der jeweilige Reinheitsgrad der Zimmerluft ebenso ablesen liese, wie die Temperatur am Thermometer. Mein continuirlicher Luftprüfer entspricht der Vergleichung mit dem Thermometer wenigstens einigermassen, wenn auch seine Anzeigen nicht so scharf und genau sind und seine Benutzung nicht so ganz ohne Aufwand an Zeit, Mühe und Kosten möglich ist. Ich brachte bei diesem Luftprüfer aus nahe liegenden Gründen nicht wieder Kalkwasser in Anwendung (wie Uffelmann in seinen Handbuch der Hygiene, 1890, S. 60 sagt) sondern Sodalösung, und hierin glaube ich die Priorität beanspruchen zu können. Jetzt wird fast bei allen Methoden zur Ermittelung des Kohlensäuregehaltes der Luft, auch bei der von Bitter, Sodalösung in Anwendung gebracht.

Herr Dr. Bitter hat, wie er auf S. 31 sagt, bei seinen Beobachtungen die Ueberzeugung gewonnen, dass der continuirliche Luftprüfer „durchaus nicht so zuverlässig functionirt, wie der Erfinder in einer grossen Reihe von Publicationen immerfort behauptete.“ Hierzu ist S. 31 unter dem Text die Reihe von Publicationen aufgeführt und zwar wörtlich aus einem Fabrikprospect entnommen. Wer die Litteratur durchsehen will, wird finden, dass nur wenige dieser Artikel von mir verfasst sind und dass ich darin nichts Unbegründetes behauptet habe. Von den meisten dieser Publicationen erhielt ich erst nach ihrem Erscheinen Kenntniss. Die Reihe kann übrigens noch erweitert werden, ohne mit den folgenden Angaben vollständig zu sein: Revue d'hygiène. — Philadelphia Times. — Zeitschrift für Schulgesundheitspflege. — Praktische Physik. — Gartenlaube. — Encyklopädie der gesammten Thierheilkunde. — Gesundheitslehre von Dr. Schmitz. — Schulgesundheitspflege von Dr. Rembold.

Ueber das letztgenannte Buch hat Dr. E. Roth in Belgard (Pommern) in der Deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege (1891) 23. Bd., 2. Heft — ein Referat veröffentlicht, in welchem neben lobender Anerkennung des sonstigen Inhalts gesagt ist, der Empfehlung des „verbesserten“ (continuirlichen) Wolpert'schen Luftprüfers könne nicht beigepflichtet werden, da dieser Apparat auch zur Erzielung nur approximativer Werthe zu ungenau sei. — Dr. E. Roth besitzt aber keinen solchen Luftprüfer und gründet sein Urtheil nur auf die Mittheilungen Bitter's.

Durch die grosse Reihe der Publicationen, deren einige von Fachmännern auf Grund vergleichender Beobachtungen verfasst sind, ist offenbar wieder das Bedürfniss bekundet, welches für derartige Apparate vorliegt, und das Interesse, welches dem Gegenstande in weiteren Kreisen entgegengebracht wird.

Schliesslich bitte ich den geneigten — und auch nicht geneigten — Leser, mir zu glauben, wenn ich sage: es ist mir in pecuniärer Hinsicht gleichgültig, ob viele oder wenige oder gar keine meiner Apparate gekauft werden; den Patentschutz halte ich schon lange nicht mehr aufrecht, die Apparate können also von jedem nachgebildet, verändert, verbessert werden. Aber zu bedauern wäre es, wenn die einfachen, billigen und handlichen Luftprüfungs-Apparate, die von Jedem leicht benutzt werden können, und dadurch, wenn sie auch nur annähernd richtige Resultate geben, unstreitig zur Förderung des Wohles der Menschheit dienen, durch abfällige Urtheile unterdrückt würden, ohne dass Besseres von gleicher Einfachheit und Wohlfeilheit als Ersatz geboten würde. Kann man als Luftprüfer für's Haus ein auch wissenschaftlich brauchbares Instrument bieten, um so besser; aber nöthig ist das nicht.

In ähnlicher Weise sprach ich bereits in einer Generalversammlung des Vereins für Gesundheitstechnik 1885 in Gegenwart von Pettenkofer's und anderer Vertreter der medicinischen Hygiene für die Existenzberechtigung der kleinen aber handlichen Apparate, die keinen Anspruch auf wissenschaftliche Genauigkeit machen, und fand bei der sich an meinen Vortrag anknüpfenden Discussion von keiner Seite Widerspruch.

Auch habe ich mit meinem Taschenluftprüfer durch den Nachweis der schlechten Luft in Schulen bewirkt, dass Lüftungseinrichtungen in einigen angebracht, in anderen wenigstens die Fenster häufiger geöffnet wurden; und seit mehreren Jahren wird in meinen Wohn- und Schlafzimmern täglich die Lüftung nach meinem continuirlichen Luftprüfer geregelt, ebenso in anderen mir bekannten Familien.

Man möchte meinen, das gehe an einem Tage wie am andern, man finde die continuirliche Luftprüfung alsbald überflüssig. Allein die Verhältnisse gestalten sich sehr verschiedenartig, und selbst bei gleicher Raumbenutzung kann die Luft an dem einen Abend gut, an dem andern schlecht sein, weil Wind und Temperaturunterschied von grossem und fast täglich wechselndem Einflusse auf die Lüftung sind.

Es würde zum Zwecke der Regelung der Zimmerlüftung schon genügen, wenn der Luftprüfer nur gute und schlechte Luft ohne weitere Abstufungen anzeigen würde. Es ist ein gewiss nicht zu unterschätzender Nutzen, wenn man einerseits für Lufterneuerung sorgt, sobald und so lange der Luftprüfer „schlecht" zeigt, andererseits im geheizten Zimmer es unterlässt, auf Kosten des Heizmaterials verschwenderisch zu lüften, so lange der Luftprüfer reine Luft anzeigt.

Ist es da zu billigen, dass Herr Dr. Bitter (S. 32) den Apparat als „eine für den Laien vielleicht interessante Spielerei" bezeichnet?

Nürnberg, im October 1891.

Entgegnung auf vorstehende Bemerkungen des Herrn Professor Wolpert.

Von

Dr. **H. Bitter,**
Privatdocenten zu Breslau.

In dem Berechnungsbeispiel auf S. 34 meiner Arbeit finden sich thatsächlich einige Rechenfehler. Ich bin Hrn. Wolpert dankbar, dass er mich darauf aufmerksam gemacht hat.

Der betreffende Passus war ursprünglich weit breiter angelegt und enthielt mehrere andere Beispiele. Während des Druckes sah ich mich veranlasst, den Passus bedeutend zu kürzen, und wählte ein neues und zwar fingirtes Beispiel. Dabei ist der Satz: „— eine Menge, wie sie auch bei einer gleichzeitig mittels der Controlmethode ausgeführten Bestimmung fast genau ebenfalls gefunden wurde —“ irrthümlicher Weise von der früheren Fassung her stehen geblieben. Dass dieses der Fall ist, geht schon daraus hervor, dass sich das Resultat der Berechnung weder in der Vergleichstabelle findet, noch für das Ergebniss der Untersuchung nach der Controlmethode Zahlen angegeben sind.

Die richtige Berechnungsformel muss lauten:

$$\frac{106}{44} = \frac{4 \cdot 05}{x}.$$

Die Richtigkeit der Resultate in der Vergleichstabelle wird indessen durch die falsche Berechnung in dem Probebeispiel nicht tangirt. Es ist hier, wie ich aus meinen Notizen ersehe, stets richtig gerechnet.

Dass dieses der Fall sein muss, geht übrigens auch daraus hervor, dass in allen sechs Versuchsreihen die Resultate meiner Methode mit denen der Controlmethode sehr genau übereinstimmen. Bei einer falschen Berechnung wäre eine solche stete Uebereinstimmung unmöglich, da es sich bei etwaigen Abweichungen meiner Methode gegen die Controlmethode wesentlich nur um zufällige, also variable Versuchsfehler handeln könnte.

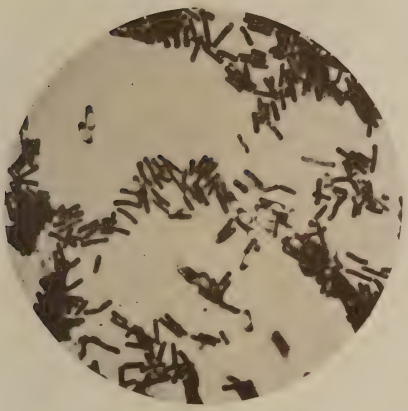
Was übrigens die in meiner Berechnung von Hrn. Wolpert beanstandete Reductionszahl 1·8 anlangt, so bemerke ich, dass ich diese Zahlen stets bei allen meinen Berechnungen aus Dietrich's Tabelle entnommen habe, dass also dadurch die Vergleichbarkeit meiner Resultate nicht leidet.

Herr Wolpert meint, dass bei der Vergleichung der einzelnen Methoden vielleicht ein verschiedener CO_2-Gehalt der Luft zu Abweichungen der Resultate Anlass gegeben habe. Ich muss bestreiten, dass dieses in irgendwie erheblicher Weise stattgefunden haben kann, da ich die Bestimmungen nach guter Durchmischung der Luft immer innerhalb weniger Minuten und am gleichen Ort im Zimmer ausgeführt habe.

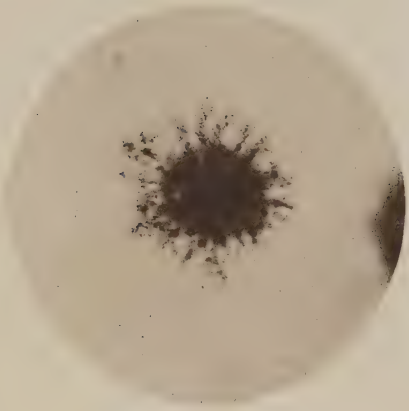
Die Beispiele, welche Herr Wolpert für seine Ansicht anführt, beweisen nichts. Was zunächst das Beispiel von S. 20 anlangt, so ist S. 18 und 19 ausführlich dargelegt und bewiesen, warum das Verfahren mit Strontiumhydrat höhere und constantere Werthe für CO_2 ergeben muss, wie das mit Barymhydrat. Das Beispiel auf S. 20 soll ja gerade zur Illustration dieser Thatsache dienen. Die Abweichung zwischen den beiden Strontiumbestimmungen beträgt nur 2·4 Procent.

Bei den von Hrn. W. angeführten Abweichungen des Lunge'schen Apparates gegenüber der Controlmethode handelt es sich einmal um sehr hohen, einmal um ganz niedrigen CO_2-Gehalt. Besonders im letzteren Falle ist die Differenz gross. Ich habe aber auf S. 28 ausdrücklich bemerkt, dass die Lunge'sche Methode bei einem CO_2-Gehalt unter 0·5 Procent wegen mangelnder Entfärbung der Na_2CO_3-Lösung unsicher wird. Da übrigens die Bestimmung im Freien gemacht war, so kann ein verschiedener CO_2-Gehalt wohl nicht gut an der Abweichung Schuld tragen.

Was schliesslich meine Kritik der Apparate des Hrn. W. selbst anlangt, so muss ich meine Ansicht, dass dieselben für hygienische Zwecke zu ungenaue Resultate ergeben, aufrecht erhalten. Dass sie zu einer ganz oberflächlichen Orientirung über den CO_2-Gehalt der Luft dienen können, wie es Herr Wolpert in seiner Entgegnung jetzt ausdrücklich als ihren Zweck bezeichnet, habe ich nicht bestritten, aber das leistet z. B. auch der Schaffer'sche Apparat, welcher weit billiger und viel bequemer zu handhaben ist.



3.



2.

1.

Verlag **Veit & Comp.** Leipzig.

Phot. u. Lichtdruck v. Julius Klinkhardt, Leipzig.

School of Pharmacy & Chemical Industry
LIBRARY
13 MAY 1925

[Aus dem Institut für Infectionskrankheiten zu Berlin.]

Ueber einen Bacillus butyricus.

Von

Dr. **S. Botkin**
aus St. Petersburg.

(Hierzu Taf. XVI.)

Man kennt viele Arten von Bacterien, welche Buttersäure bilden. Auch in der Milch hat man derartige Mikroorganismen gefunden und dabei eine eigenthümliche Gerinnung beobachtet, wobei die Flüssigkeit nicht sauer, sondern alkalisch wurde (Pasteur, Cohn, Hueppe).

Es ist aber doch zu vermuthen, dass es in der Natur auch solche Buttersäure bildende Bacterien giebt, welche die Säure frei ausscheiden ohne sie durch mitgebildete alkalische Producte zu neutralisiren. Dafür spricht die Weise, wie man in der Praxis verfährt, um buttersaure Verbindungen darzustellen: man setzt zu der gährenden Flüssigkeit (Johannisbrodinfus)-kohlensauren Kalk, der zum Binden der sich frei ausscheidenden Buttersäure dienen muss; nach Beendigung der Gährung ist der kohlensaure Kalk in buttersauren übergeführt. Fitz[1] beschreibt eine buttersaure Gährung zuckerhaltiger Lösungen, wobei die Flüssigkeit sauer wurde. Im Laboratorium von Nencki wurde auch die Bildung von freier Buttersäure bei Zersetzung von Kohlehydraten durch die Bacillen des malignen Oedems nachgewiesen.

Bei dem Studium verschiedener anaërober Mikroorganismen, die sich in der Milch finden, ist es mir gelungen, eine Art zu isoliren, welche durch ihre allgemeine Verbreitung sowohl, wie durch die charakteristische

[1] *Berichte d. deutsch. Chem. Ges.* 1882. Bd. XV. S. 867.

Gährung, die sie in der Milch verursacht, ein gewisses Interesse in biologischer Hinsicht beansprucht. Die rasche Gerinnung der Milch mit sehr reichlicher Gasbildung wird hauptsächlich durch die sich dabei bildende freie Buttersäure bedingt. Aehnlich verhält sich der von mir isolirte anaërobe Bacillus in Zucker- oder Stärkelösungen. Diese charakteristische Eigenschaft berechtigt uns, den Mikroorganismus als einen echten Bacillus butyricus zu betrachten.

Die Verbreitung dieses Bacillus butyricus in der Natur ist eine sehr grosse. Ich habe ihn gewöhnlich aus der Milch gezüchtet und dabei die Ueberzeugung bekommen, dass er in jeder Milch nachzuweisen ist und in Reinculturen dargestellt werden kann. Die Milch, die zu den Untersuchungen diente, stammte theilweise aus Breslau, theilweise aus Berlin, wobei die verschiedenste Herkunft berücksichtigt wurde.

Derselbe Bacillus butyricus konnte auch stets im Leitungswasser, Brunnenwasser, in verschiedenen Arten von Gartenerde, fast immer im Staube nachgewiesen werden.

Die Isolirung vom Bacillus butyricus, wie auch von vielen anderen anaëroben Mikroorganismen, wird erleichtert durch seine verhältnissmässige grosse Widerstandsfähigkeit; die Ursache liegt in der leichten Sporenbildung der meisten Anaëroben. Um eine Reincultur unseres Bacillus zu bekommen haben wir, wie schon oben erwähnt, gewöhnlich die Milch benutzt. Das ganze Verfahren fängt mit einer partiellen Sterilisirung der Flüssigkeit an; die Milch wird in vorher gewaschene und sterilisirte gewöhnliche Selterflaschen mit Patentverschluss eingegossen und in den Dampfkochtopf auf 30 Minuten gestellt. Ein $^1/_2$ stündiges Sterilisiren im Dampfkochtopf vertragen die Sporen von Bacillus butyricus immer; ein Sterilisiren von 45 Minuten giebt keine sicheren Resultate, manchmal ist schon dabei der Bac. butyricus zu Grunde gegangen. Nach dem Sterilisiren wurden die Flaschen sofort hermetisch zugemacht und in einen Brütschrank bei einer Temperatur von 37—38 ° C. gestellt. Nach 12 Stunden fängt gewöhnlich derartige Milch zu gähren an und nach 18 Stunden ist sie vollkommen zersetzt; das Caseïn gerinnt und sammelt sich mit den Fetttheilen an der Oberfläche des klaren gelblichen Milchserums; der ganze Process geht mit einer starken Gasbildung einher. Der beschriebene Gang der Milchzersetzung zeigt schon, dass sich in der Flüssigkeit der Bacillus butyricus entwickelt hat; aber selbstverständlich können wir nicht erwarten, eine Reincultur zu haben; es ist ja bekannt wie schwer die Milch zu sterilisiren ist, wie resistent die Keime sind, die sich in ihr finden. Die weitere Isolirung des Bacillus butyricus besteht darin, dass man aus so einer zersetzten Milch anaërobe Platten giesst. Dabei habe ich immer eine Glocke benutzt, in welche bei Anwesenheit von Pyrogallol und unter

Verschluss durch Paraffinum liquidum Wasserstoff eingeführt wurde.[1] Als Nährboden für die Platten benutzt man am besten Zuckeragar ($1^1/_2$ %). Nach zwei Tagen Aufenthalt im Brutschranke sind die Colonieen von Bacillus butyricus so ausgewachsen, dass man sie mit Leichtigkeit als Reinculturen in hohe Agarschichten abimpfen kann.

Das vorhergehende partielle Sterilisiren der Flüssigkeit, die zur Untersuchung bestimmt ist, in Flaschen mit hermetischem Patentverschluss erleichtert sehr die Isolirung des Bacillus butyricus; erstens gehen dabei eine Menge von facultativ anaëroben Bacterien zu Grunde, deren Wachsthum auf den Schalen unter Wasserstoff das Auffinden der Colonie des Buttersäurebacillus sehr erschweren würde; zweitens wird die Flüssigkeit durch einen halbstündigen Aufenthalt im Dampfkochtopf fast luftleer gemacht und gleich nachher hermetisch verschlossen, das heisst, die günstigsten Bedingungen sind gegeben für das Wachsthum der anaëroben Mikroorganismen.

Sehr wichtig endlich ist es auch, die zur Untersuchung dienende Flüssigkeit in einen Thermostaten bei 37—38° zu stellen, weil die Mehrzahl der Anaërobier, darunter auch der Bacillus butyricus, sich rasch und gut nur bei hoher Temperatur entwickelt.

Angesichts der angeführten Thatsachen wird uns folgende Beobachtung verständlich, welche auf den ersten Blick unwahrscheinlich erscheint. Nehmen wir einige Flaschen mit hermetischem Kautschukverschluss, füllen sie mit Milch und bringen sie in einen Apparat mit strömendem Dampf. Sodann nehmen wir sie in verschiedenen Zeitintervallen — nach 5, nach 10, nach 15 u. 30 Min. aus dem Apparat heraus, verschliessen sie sofort und bringen dieselben in den Thermostaten bei einer Temperatur von 37°. Sehr oft kommt es dann vor, dass am anderen Tag gerade diejenige Milch den höchsten Grad der Zersetzung erreicht hat, welche am längsten, d. h. 30 Minuten lang, der Sterilisirung unterworfen war, während diejenige am wenigsten zersetzt erscheint, welche sich nur 5 Min. im strömenden Dampf befunden hatte. Hätten wir die Flaschen nicht verschlossen und somit der Luft freien Zutritt gestattet, oder hätten wir sie der gewöhnlichen Zimmertemperatur ausgesetzt, so wäre das Resultat ein umgekehrtes.

Das Aussehen der Colonieen von Bacillus butyricus auf Agar (mit Zusatz von 1·5% Traubenzucker) ist nicht besonders charakteristisch; viele Anaërobier zeichnen sich durch ein ähnliches Wachsthum aus. Schon nach 15—18 Stunden kann man in den hohen Schichten des Zuckeragars das Auftreten von einzelnen Colonieen beobachten, welche unter dem Mi-

[1] *Diese Zeitschrift* B. XI.

kroskop von runder oder elliptischer Form und brauner, gegen das Centrum hin etwas dunklerer Farbe erscheinen und den Eindruck eines aus eng verflochtenen Fäden bestehenden Filzes machen. Die Ränder der einzelnen Colonieen sind nicht deutlich contourirt, sie sind im Gegentheil in den meisten Fällen mit einer bedeutenden Anzahl nach allen Richtungen hin ausstrahlender Ausläufer versehen. Die Zahl und Länge dieser Verzweigungen steht in Abhängigkeit von der Dauer des Wachsthums und von dem Grad der Lebensfähigkeit der Saat; ältere, sowie auch von frischen „virulenten" (wenn man nach Grotenfeld's Vorgang diese im Grunde recht unschuldigen Organismen mit diesem Namen bezeichnen darf) Culturen stammende Colonieen sind in der Regel mit einer grösseren Anzahl Ausläufer ausgestattet, und diese sind meistens auch länger.

In hohen Agarschichten (mit Zusatz von $1^1/_2\,\%$ Traubenzucker) beginnt der Bacillus butyricus $1^1/_2$—$2\,^{cm}$ unter der Oberfläche zu wachsen — es ist also dieser Mikroorganismus ein exquisiter Anaërobe.

Man beobachtet dabei in den Reagensgläsern eine reichliche Entwickelung von Gasen, die keinen Geruch haben.

Die Entwickelung bei Stichculturen in hohen Zucker-Agarschichten fängt ebenfalls erst $1^1/_2\,^{cm}$ unter der Oberfläche des Nährbodens an; jedoch in dem Maasse, in welchem der Sauerstoff der Luft verdrängt wird durch die sich bildenden Gase, kann die Entwickelung der Colonieen sich der Oberfläche nähern. Eine solche Stichcultur stellt sich als ein vom Boden des Reagensglases sich erhebender Streifen dar, mit zahlreichen, wellenförmigen Ausbuchtungen nach allen Richtungen hin.

Auf Gelatine (mit Zusatz von $1^1/_2\,\%$ Traubenzucker) steht das Wachsthum des Bacillus butyricus in bedeutender Abhängigkeit von der Lebensfähigkeit der zur Saat verwendeten Colonie; frische und kräftige Culturen entwickeln sich sehr gut in den hohen Schichten von Zucker — oder gewöhnlicher Gelatine. Die runden oder länglichen Colonieen mit schwach wöllenförmigem Rande, welche gleichsam aus einer Masse verfilzter Fäden bestehen, erscheinen bereits am zweiten Tage; Verzweigungen, wie wir sie bei der Entwickelung auf Agar sehen, werden hier nicht beobachtet. Das Wachsthum beginnt etwa $2\,^{cm}$ unter der Oberfläche der Gelatine; es entwickelt sich eine bedeutende Menge Gas und der Nährboden verflüssigt sich ziemlich schnell. Schwache Culturen wachsen auf Gelatine sehr schlecht und langsam; ihre Entwickelung beginnt in hohen Schichten dieses Nährbodens viel tiefer und später, mitunter erst in einer Woche, und die Gasentwickelung kann ausbleiben.

Eine wichtige Rolle bei der Züchtung des Bacillus butyricus auf Gelatine spielt die Temperatur, da unter 18^0 die Entwickelung eine sehr geringe ist.

In Bouillon (ebenfalls mit Zusatz von $1^1/_2\,\%$ Traubenzucker) erfolgt ein Wachsthum des Bacillus butyricus nur unter Ausschluss des Sauerstoffs der Luft; die Culturen wurden gezüchtet unter Wasserstoff. Die Entwickelung des Mikroorganismus ging schon am Ende der ersten 24 Stunden sehr stürmisch vor sich: die ganze Flüssigkeit wurde trübe und es entwickelten sich Gase in grosser Menge; gegen Ende des dritten Tages ging der Process gewöhnlich zu Ende, die Bouillon wurde ganz klar, am Boden des Gefässes blieb ein dichter, weisser Niederschlag.

Am charakteristischsten war die Entwickelung des Bacillus butyricus in der Milch. Wir bedienten uns hierzu, wie oben bereits erwähnt, gewöhnlichen Bierflaschen mit hermetischem Kautschukverschluss. Die Flaschen wurden fast gänzlich mit Milch gefüllt und nach der letzten, länger andauernden Sterilisirung in strömendem Dampfe zugemacht; dadurch wurde die Milch fast gänzlich von Luft befreit. Zu der darauf folgenden Impfung wurde die Flasche geöffnet und wenn auch Luft in dieselbe eindrang, so konnte sie sich doch nicht mit der Flüssigkeit vermengen und folglich auch nicht der Entwickelung des Mikroorganismus hinderlich sein. Die Impfung wurde mit einer sterilisirten, langen bis auf den Boden des Gefässes reichenden Platinöse ausgeführt. Das Wachsthum des Bacillus butyricus in der Milch begann stets in den tiefen Schichten der Flüssigkeit und äusserte sich darin, dass auf dem Grunde der Flasche etwa 15 Stunden nach der Impfung sich eine helle Serumschicht bildete, aus welcher eine Menge Gasbläschen in die Höhe aufstieg. Einmal begonnen, geht der Process stürmisch vorwärts: nach Verlauf von 18 Stunden ist die ganze Milch zersetzt mit Ausnahme eines Caseïngerinnsels und Fettpartikelchen im oberen Theil der Flasche; eine bedeutende Menge Gasbläschen durchsetzen das Caseïngerinnsel, welches dadurch ein schwammiges Ansehen bekommt. Der Druck der ausgeschiedenen Gase ist so gross, dass sehr oft ungefähr die Hälfte aller Flaschen im Laufe der ersten 24 Stunden nach der Impfung in kleine Stücke zersprungen war; beim Oeffnen der unbeschädigt gebliebenen Flaschen strömen die angesammelten Gase mit Geräusch aus und wenn keine Vorsichtsmassregeln ergriffen wurden, wird ein Theil des Inhalts der Flaschen herausgeschleudert. In den nächsten 24 Stunden bilden sich viel weniger Gase und gegen das Ende der ersten Woche hört die Entwickelung des Bacillus butyricus in der Milch ganz auf. Um diese Zeit hat die zersetzte Milch das Aussehen einer ganz durchsichtigen gelblichen Flüssigkeit; am Boden der Flasche hat sich ein flockiger, weisser Niederschlag gebildet, und an der Oberfläche schwimmt ein schwammiger Klumpen von Fettsubstanzen; das Caseïngerinnsel hingegen ist fast gänzlich gelöst.

Es gelang endlich auch, eine Cultur von Bacillus butyricus trotz

dessen exquisit anaëroben Charakters auf Kartoffelscheibchen zu erhalten. Letztere wurden zu diesem Zweck unter eine Glocke mit Wasserstoff in Gegenwart von Pyrogallussäure mit Kalilauge gebracht. Auf der Oberfläche der Kartoffel selbst konnte man keine Stäbchen des Bacillus butyricus constatiren, aber in der Tiefe von etwa einem Millimeter wurde eine auffallende Auflockerung der Kartoffelsubstanz und ein ziemlich reichliches Wachsthum des Mikroorganismus beobachtet. Die Cultur verbreitete einen charakteristischen Alkoholgeruch.

Das Aussehen des Bacillus butyricus unter dem Mikroskop ändert sich bis zu einem gewissen Grade mit dem Nährboden der Cultur. Auf Agar und auf Gelatine (mit $1^1/_2$ procentigem Traubenzucker) wachsen sie in Gestalt von Stäbchen, welche in einem Durchmesser immer länger sind und abgerundete Enden haben; ihre Breite beträgt $0{\cdot}5\,\mu$, ihre Länge $1—3\,\mu$, in älteren Colonieen trifft man auch etwas längere Exemplare. Oefter vereinigen sich zwei oder drei Exemplare miteinander. In flüssigen Nährböden, in Milch oder Bouillon (ebenfalls mit Zusatz von $1^1/_2\,\%$ Traubenzucker) sind die Stäbchen des Bacillus butyricus dünner und erreichen mitunter eine bedeutende Länge, etwa $10\,\mu$ oder mehr, ohne dass man irgend welche Gliederung bemerken kann; auch werden lange Ketten beobachtet.

Der Bacillus butyricus besitzt eine, wenn auch schwache, so doch ganz deutliche Beweglichkeit. In Nährböden, welche Stärke enthalten, kann man schon ziemlich frühzeitig, am zweiten, dritten Tag constatiren, dass manche Mikroorganismen der Buttersäurebacilluscultur Körnchen enthalten, welche durch Jod intensiv blau gefärbt werden. Eine unmittelbare Abhängigkeit zwischen dem Eintritt einer solchen Körnung und der Sporenbildung festzusetzen ist uns nicht gelungen; es scheint im Gegentheil, dass diese beiden Processe selbstständig nebeneinander einhergehen.

Nach Verlauf von etwa 14 Tagen, manchmal aber auch später, erschien in allen Culturen mit Zusatz von $1^1/_2\,\%$ Traubenzucker eine Menge unförmlicher Involutionsformen und oft verschwand zu dieser Zeit die Fähigkeit zu weiterem Wachsthum. Die einzelnen Exemplare verdickten sich bedeutend, schwollen an, jedoch eine Bildung von wirklichen Sporen konnte ich in zuckerhaltigen Nährböden nicht beobachten. Die Sporen erschienen nur in Nährböden, die keinen Zucker enthielten, z. B. in gewöhnlicher Bouillon; am leichtesten und schnellsten jedoch bildeten sie sich in Gegenwart von Stärke.

Die Sporen befinden sich gewöhnlich in der Mitte des Mikroorganismus, mitunter im Centrum selbst, mitunter etwas näher dem einen der beiden Enden. Doch findet man zuweilen auch Stäbchen mit der Spore am Ende. Die Grösse der Sporen ist sehr verschieden. Ihre Breite beträgt

im Mittel 1 μ, die Länge 2—3 μ. Ihre Form ist selten ovoid, gewöhnlich länglich mit abgerundeten Enden.

Was die Temperatur betrifft, bei der sich der Bacillus butyricus entwickeln kann, so ist als günstigste eine Temperatur von 37—38° aufzufassen; das Wachsthum der Colonieen geht auch bei 42° sehr schön vor sich. Bei einer Temperatur von circa 18° geht die Entwickelung sehr langsam und gewöhnlich ohne Gasbildung vor sich.

In Bezug auf die Thiere zeigt sich der Bacillus butyricus ganz unschädlich.

Zur chemischen Analyse der Zersetzungsproducte des Bacillus butyricus wurden Culturen in Milch und in Bouillon ohne Pepton, aber mit Zusatz von 3% Milchzucker benutzt. Es stellte sich heraus, dass, wenn man die beim Wachsthum des Bacillus butyricus entstehende Säure nicht neutralisirt, die Entwickelung sehr bald ein Maximum erreicht und dann zwar weiter vor sich geht, aber sehr langsam. Folgende Versuchsreihe möge als Beweis dafür dienen. Es wurde eine Reihe von Culturen in Milch hergestellt; dann wurde die zersetzte Milch in verschiedenen Zeitintervallen filtrirt und mit einem $^1/_{10}$-Normal-NaHO-Lösung titrirt; auf diese Weise wurde das Gesammtquantum der gebildeten Säuren bestimmt; hierauf wurde eine bestimmte Menge der zersetzten Flüssigkeit mit Schwefelsäure (1 auf 2 Wasser) bearbeitet und über einer freien Flamme überdestillirt. Das Destillat wurde nochmals titrirt, wobei die Menge der entstandenen flüchtigen Säuren bestimmt wurde.

Es wurden hierbei folgende Zahlen ermittelt:

Die Cultur wurde untersucht nach	Gesammtsäuregehalt in ccm $^1/_{10}$ NaHO-Lsg.	Säuregehalt des Destillats
24 Stunden	6·7	5
2 Tagen	8·7	6·7
3 „	10	8·2
4 „	9·2	7·4
11 „	9·4	9·2
12 „	11·3	9·5
14 „	11·3	8·8.

Aus obiger Tafel kann man schliessen, dass 1. die meisten entstandenen Säuren flüchtig sind und 2. dass der Process etwa am dritten Tage nach der Impfung fast stillsteht.

Es wurde deshalb, um grössere Mengen Materials zur Untersuchung zu erhalten, zu den Culturen, welche in grösseren Zwischenräumen ana-

lysirt wurden, kohlensaures Calcium und zwar je 25 grm pr. Liter der Nährflüssigkeit hinzugesetzt. Wir wollen hier zuerst eine ausführlichere Analyse der Zersetzungsproducte der Milch anführen.

Zur Untersuchung wurde eine vier Tage alte Cultur in Milch[1] genommen. Der hier angewandte Gang der Analyse war ungefähr derselbe, welchen Nencki zur Untersuchung der Zersetzungsproducte der Kohlenhydrate durch verschiedene Mikroorganismen vorgeschlagen hat.

Etwa 400 ccm der filtrirten zersetzten Flüssigkeit wurden mit einer starken Lösung von Oxalsäure bearbeitet und destillirt.[2] Das Destillat wurde mit kohlensaurem Natrium bis zur schwach alkalischen Reaction neutralisirt. Die neutralisirte Flüssigkeit wurde behufs Ausscheidung der Alkohole nochmals destillirt.

Das alkoholhaltige Destillat wurde nach einer mehrmaligen Destillation mit kohlensaurem Kalium gesättigt und zwei Tage stehen gelassen. Nach Verlauf dieser Zeit erschien auf der Oberfläche der gesättigten Pottaschelösung eine Schicht schwimmender Alkohole, welche abpipettirt und in Gegenwart von Aetzkalk nochmals abdestilirt wurden. Dann wurde nach der gewöhnlichen Methode der Siedepunkt der nach der letzten Destillation erhaltenen Alkohole bestimmt. Es stellte sich heraus, dass das Sieden bei 82° begann, aber die bei dieser Temperatur überdestillirende Menge Flüssigkeit war eine unbedeutende; die Hauptmasse destillirte bei 115—118° über. Hieraus schliesse ich, dass die Hauptmasse des entstandenen Alkohols aus Buthylalkohol, und nur ein unbedeutender Theil aus Aethylalkohol bestand.

Die Lösung der flüchtigen Fettsäuren, welche ich nach Neutralisirung mittels kohlensauren Natrons in Gestalt von Natronverbindungen erhielt, wurde nach Abdampfung der Alkohole mit Schwefelsäure behandelt und auf freier Flamme destillirt, wobei diesmal die flüchtigen Säuren allein überdestillirten. Zum Destillat wurde Aetzbaryt hinzugesetzt, dessen Ueberschuss durch Kohlensäure unter Erwärmen entfernt wurde; der Niederschlag von kohlensaurem Barium wurde abfiltrirt, die entstandenen Barytsalze der flüchtigen Säuren wurden aber auf dem Wasserbade bis zum Trocknen eingedampft. Die Menge des auf diese Weise erhaltenen Barytsalzes betrug in unserem Falle 0·172 grm. Dieses Salz wurde im Platintigel mit H_2SO_4 bearbeitet und das entstandene schwefelsaure Baryum ausgeglüht. Die Menge des schwefelsauren Baryums betrug 0·131.

[1] Die Reinheit der Cultur wurde mikroskopisch und durch Impfung in hoher Schicht Agar geprüft.

[2] In einer besonderen Portion wurde die Reaction auf Phenol gemacht, doch fiel dieselbe negativ aus.

Da der Procentsatz des Baryums in dessen schwefelsaurem Salz 58·8 beträgt, so bestimmt sich die Menge Baryum in dem erhaltenen $BaSO_4$ in folgender Weise:

$$\frac{58{\cdot}8 \times 0{\cdot}131}{100} = 0{\cdot}077028.$$

Daraus das Procent des Baryums in unserem Barytsalz der flüchtigen Fett-Säuren:

$$\frac{0{\cdot}077028 \times 100}{0{\cdot}172} = 44{\cdot}78.$$

Bekanntlich beträgt der Procentgehalt des Baryums im essigsauren Baryt 53·7 %, im propionsauren — 50·1 %, im buttersauren — 44.05 %. Hieraus schliessen wir, dass die Hauptmasse der in unserem Versuche gebildeten flüchtigen Fettsäuren Buttersäure ist;[1] eine ganz unbedeutende Beimengung besteht aller Wahrscheinlichkeit nach aus Propion- (?), Essig- und sogar Ameisensäure, da die analysirte Substanz in hohem Grade reducirend auf Silbersalze einwirkte.

Die ursprüngliche Lösung wurde nach Abscheidung der Alkohole und flüchtigen Fettsäuren auf dem Wasserbade bis zur Syrupconsistenz eingedampft und dann mit Aether geschüttelt. In den Aether konnten übergehen die Milch-, Bernstein- und theilweise auch die Oxalsäure, welche Anfangs zur Ausscheidung der flüchtigen Fettsäuren verwendet wurde. Der Aether mit allen von ihm aufgenommenen Stoffen wurde von der übrigen Flüssigkeit abgeschieden und dann abdestillirt. Der nach Abdestillirung des Aethers übrig gebliebene Rückstand wurde mit Zinkoxyd im Ueberschuss bearbeitet, wobei die Oxalsäure sich in Gestalt des unlöslichen oxalsauren Zinks ausschied. Der Rückstand wurde filtrirt, das Filtrat nach Aufkochung mit thierischer Kohle und Befreiung von den Pigmenten im Polarisator untersucht. Die Flüssigkeit zeigte sich hierbei indifferent. Es wurde sodann die Lösung auf dem Wasserbade zur Trockne eingedampft. Der so gewonnene Rückstand wurde in einigen Tropfen Wasser wieder gelöst, wobei er sich gänzlich ohne jeden Rückstand auflöste, woraus man schliessen konnte, dass kein bernsteinsaures Zink darin enthalten war. Die nach einigen Tagen gebildeten Krystalle hatten unter dem Mikroskop das charakteristische Aussehen von milchsauren Zinktäfelchen. Eine weitere Analyse dieses Salzes wurde in Folge der sehr unbedeutenden Menge desselben nicht ausgeführt. Wir begnügten uns mit der mikroskopischen Untersuchung allein, denn im nächsten Versuch,

[1] Ausserdem muss bemerkt werden, dass bei Zusatz von schwacher Schwefelsäure zu dem erhaltenen Salz der flüchtigen Fettsäuren der charakteristische Geruch nach Buttersäure erscheint.

zu welchem eine grössere Menge der Substanz zur Verfügung stand, ergab eine genaue chemische Analyse, dass wir es hier wirklich mit milchsaurem Zink zu thun hatten.

Zur zweiten Analyse wurde Milch genommen, der auf je ein Liter 25 grm kohlensaures Calcium hinzugesetzt war. Der Bac. butyricus entwickelte sich in diesem Nährboden sehr gut, wenn auch der Zusatz von $CaCO_3$ nicht ohne Einfluss blieb, denn die Milch fing nicht in 18 Stunden, sondern erst am dritten Tage an sich zu zersetzen, die Gährung ging dann aber mit gewohnter Intensität vor sich. Am 20. Tage wurde die zersetzte Milch analysirt, nachdem ich mich erst von der Reinheit der Cultur durch Uebertragung in Agar überzeugt hatte.

Der Gang der Analyse war derselbe wie im vorhergehenden Versuch.

Zur Untersuchung wurden 450 ccm filtrirter zersetzter Milch genommen.

Die entstandenen Alkohole fingen bei 80° an zu sieden, der grössere Theil derselben destillirte aber erst zwischen 110 und 117° über.

Die Menge des getrockneten Barytsalzes der flüchtigen Fettsäuren betrug 1·001 grm, daraus erhielt man 0·77 $BaSO_4$. Es war somit der Procentgehalt des Baryums in dem untersuchten Salz = 45·23 (statt 44·05 Procent für reines buttersaures Baryum). Ausserdem muss bemerkt werden, dass auf Zusatz von Schwefelsäure zu einer kleinen Menge des entstandenen Barytsalzes der flüchtigen Fettsäuren nicht nur der Geruch von Buttersäure erscheint, sondern dass man dabei auch ganz deutlich eine Beimengung von Essigsäure bemerken konnte. Die hohe Reductionsfähigkeit des analysirten Salzes wies wieder auf die Gegenwart von Ameisensäure hin.

Zur Analyse der in Aether übergehenden Säuren nach Abdestillirung der flüchtigen Fettsäuren wurde die doppelte Menge zersetzter Milch, 900 ccm, genommen, um eine grössere Quantität der Substanz zur Prüfung zu haben. Auf diese Weise bekamen wir 0·275 Zinksalz, welches sich nach Abdampfung in einer kleinen Menge Wasser löste.

Die weitere Analyse ergab: hygroskopisches Wasser 0·033, Zinkoxyd 0·0825, d. h. H_2O — 12 %; und ZnO — 30 %. Nach der Formel des milchsauren Zinks aber — $(C_3H_5O_3)_2Zn + H_2O$ muss vorhanden sein 12·90 % H_2O und 29·03 % ZnO. Die Lösung dieses Salzes erwies sich im Polarisator als indifferent. Bernsteinsaures Zink war nur in Spuren nachweisbar.

Es wurde zur Analyse ferner eine Cultur vom Bacillus butyricus in Bouillon (ohne Pepton) mit Milchzucker und mit einem Zusatz von 25 grm kohlensauren Calciums pro Liter Flüssigkeit genommen. Die Cultur wurde in einem Literkolben angelegt, durch welchen nach der Impfung 20 Minuten lang Wasserstoff hindurchgeleitet wurde. Um einen allzu

hohen Druck der während der Gährung gebildeten Gase zu vermeiden, habe ich letztere vorsichtig entweichen lassen. Am 22. Tage wurde der Inhalt des Kolbens analysirt. Die Abwesenheit von Verunreinigungen wurde durch eine Cultur in hoher Agarschicht und auf mikroskopischem Wege constatirt. Um die Menge des während der Gährung des Bacillus butyricus verbrauchten Materials genau bestimmen zu können, wurde der Zucker in der Nährflüssigkeit von Anfang und nach Beendigung der Gährung durch das Gewicht bestimmt. Der procentuale Gehalt an Zucker war am Anfang 3·9 Procent, gegen das Ende der Gährung 3·4 Procent, d. h. es wurde etwa 5 grm Zucker pro Liter Flüssigkeit verbraucht.

Der weitere Gang der Analyse war derselbe wie in den vorhergehenden Versuchen mit Milch, doch habe ich dazu noch Folgendes zu bemerken: der grösste Theil des Alkohols wurde überdestillirt bei einer Temperatur zwischen 110—117°. Der Procentgehalt des Baryums in den Salzen der flüchtigen Fettsäuren war — 45·2 Procent (statt — 44·05 Procent). Bei Zusatz von H_2SO_4 war auch neben dem Geruch der Buttersäure ein ganz ausgesprochener Geruch nach Essigsäure wahrnehmbar. Die Flüssigkeit hatte auch wieder eine intensive reducirende Wirkung, welche auf die Anwesenheit von Ameisensäure zeigte. Auch Milchsäure hatte sich gebildet; die Menge ihres Zinksalzes betrug — 0·218 grm. Die Probe auf Phenol fiel negativ aus.

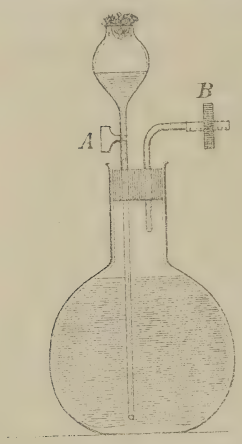
Sehr charakteristisch erwies sich die Zersetzung, welche der Bacillus butyricus in stärkehaltigen Flüssigkeiten ausübte. Eine Cultur wurde angelegt in einer Lösung von folgender Zusammensetzung:

1	Liter Wassser
0·08	Ammon. phosphor.
0·04	Kal. phosphor.
0·04	Magnes. sulfur.
0·02	Ammon. sulfur.
30	Kartoffelstärke
20	Calciumcarbonat.

Am nächsten Tage nach der Aussaat konnte man schon starke Gasbildung beobachten; das dauerte ca. einen Monat. Nach einem Monat und 10 Tagen wurde die Cultur geöffnet, auf ihre Reinlichkeit geprüft und chemisch untersucht. Die Flüssigkeit enthielt keine Spuren von Stärke, nach Zusatz von Jod bekam man eine rothe Färbung. Dagegen befand sich in der Flüssigkeit ein Körper, welcher die Polarisationsebene nach rechts drehte (2·5°), reducirend auf die Fehling'sche Lösung wirkte und mit Phenylhydrazin gelbe Krystalle bildete.

Nebenbei war auch Buttersäure zu constatiren. Man kann in Folge dessen den Schluss machen, dass die Bacillus butyricus-Stärke in eine zuckerähnliche Substanz umgewandelt und nachher theilweise bis zur Buttersäure vergohren hat.

Gebildet wird die Buttersäure direct aus Zucker, ohne vorher in Milchsäureverbindungen übergeführt zu werden. Culturen, welche mit milchsaurem Natron und milchsaurem Kalk angestellt waren, ergaben, dass diese beiden Verbindungen gar nicht angegriffen wurden.



Cellulose wird auch nicht von unserem Bacillus butyricus zersetzt. Gasanalysen wurden nur mit Culturen in Milch gemacht. Der Versuch war folgendermaassen angeordnet: Ein Literkolben aus starkem Glase, oben mit einem doppeltdurchbohrten Kautschukpropfen versehen, wird mit Milch gefüllt. Durch die eine Oeffnung des Propfens geht ein langer bis fast auf den Boden des Gefässes reichender Scheidetrichter, dessen obere Oeffnung mit Watte zugestopft ist; durch die andere geht ein gebogenes Glasrohr, welches in einem mit Quetschhahn *B* versehenem Kautschukröhrchen endigt. Der ganze Apparat gefüllt mit der Gährflüssigkeit, wird bei offenen Hähnen *A* und *B* in der gewöhnlichen Weise sterilisirt. Gleich nach der letzten längeren Sterilisation werden beide Hähne zugemacht; dabei kann der Inhalt des Gefässes fast als luftleer betrachtet werden. Die Besäung nach dem Abkühlen des Apparates, geschieht durch den Scheidetrichter, indem der Hahn *A* vorsichtig aufgemacht wird; es genügen schon einige Tropfen, um die Milch zu inficiren, so dass kein Eindringen von Gasen in die Gährflüssigkeit stattfinden kann. Nach einigen Stunden Aufenthalts im Brütschrank fängt die Gährung stürmisch an, es bildet sich im Kolben ein starker Ueberdruck, dann werden die entweichenden Gase mit Leichtigkeit unter einem Endiometerrohr aufgefangen. Die Analyse der auf diese Weise angesammelten Gase ergab Folgendes:

Analyse I aus einer 24 Stunden alten Cultur.

Gesammtmenge der Gase	40·8 ccm
nach Zusatz von KHO .	25·8 ccm
„ „ „ Sauerstoff	41·4 ccm
„ der Verpuffung . .	3 ccm
„ Zusatz von KHO .	2·7 ccm

Analyse II aus einer 4 Tage alten Cultur.

Gesammtmenge der Gase	22 ccm
nach Zusatz von KHO .	11·6 ccm
„ „ „ Sauerstoff	17·6 ccm
„ der Verpuffung . .	2·5 ccm
„ Zusatz von KHO .	2·3 ccm.

Bei t = 20·7 und b = 753 war bei der ersten Analyse CO_2 = 36·79%, H = 63·21% und bei der zweiten CO_2 = 47·27%, H = 52·72%. Die Gase bestanden bloss aus CO_2 und H, wobei zu bemerken ist, dass in einer älteren Cultur der Procentgehalt an CO_2 grösser geworden ist und an H kleiner.

Beim Vergleichen der morphologischen und chemischen Eigenschaften des von mir isolirten Mikroorganismus mit den Angaben, welche man in der Litteratur findet, ist es sehr schwer zu einer abschliessenden Meinung zu kommen, ob nicht schon ein früherer Beobachter denselben Mikroorganismus untersucht hatte. Die meisten Arbeiten stammen aus einer Zeit, wo die festen Nährböden zur Isolirung von Mikroorganismen unbekannt waren, man arbeitete mit flüssigen Nährböden, bei welchen Verunreinigungen so schwer zu vermeiden sind. Auch sind oft die morphologischen und chemischen Angaben sehr mangelhaft. So weit es aber möglich war, konnte ich immer zwischen dem beschriebenen Bacillus butyricus und den früher untersuchten buttersäurebildenden Bacterien wesentliche Unterschiede finden. So kann unser Bacillus butyricus nicht Milchsäureverbindungen oder Cellulose zersetzen, wie es der Vibrion butyrique von Pasteur oder Cl. butyricum von Prazmowsky vermögen.

Später hat M. Gruber[1] kurz zwei Bacillenarten beschrieben, welche Buttersäure bildeten und sich hauptsächlich durch ihre Sporenbildung von einander unterschieden. Der Autor beabsichtigte sich mit den chemischen Zersetzungen, welche durch diese Bacterien hervorgerufen werden, zu beschäftigen, hat aber darüber, meines Wissens, seit der Zeit nichts veröffentlicht.

Endlich erschien vor Kurzem eine Arbeit von H. L. Perdrix[2] über einen von ihm aus dem Wasser isolirten anaëroben Mikroorganismus, welcher in zuckerhaltigen Lösungen Buttersäure bildete und Stärkelösungen auch bis zur Buttersäure unter starker Gasbildung stürmisch vergohr. Vieles ist von seinen chemischen Angaben übereinstimmend mit dem was wir bei unserem Bacillus butyricus beobachtet haben, es giebt aber auch

[1] *Centralbl. f. Bacter. u. Parasitenkunde*, B. I, 1887.

[2] *Annales de l'Inst. Pasteur*, T. V, p. 287, Mai 1891.

einen bedeutenden Unterschied: der Mikroorganismus von Perdrix verflüssigt nicht die Gelatine, unser Bacillus butyricus aber verflüssigt sie bei geeigneter Temperatur sehr schnell.

Die vorstehende Arbeit ist in dem Institute für Infectionskrankheiten ausgeführt worden, dessen Hülfsmittel mir Herr Geheimrath Koch mit grösster Liberalität zur Verfügung stellte, und bei Ausführung der chemischen Untersuchungen ist mir Herr Dr. Proskauer in liebenswürdigster Weise entgegengekommen, wofür ich hier meinen besten Dank sage.

Die Photogramme verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. C. Günther.

Fig. 1.

630/1

Fig. 2.

630/1

Dolin ad nat. aut. Verlag Veit & Comp. Leipzig. Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

Ein Befund von Psorospermien (Sarcosporidien) im Herzmuskel des Menschen.

Von

Dr. **Bernhardt Rosenberg,**
Prosector an dem Kaiserl. Findelhause und dem Jausischen städtischen Krankenhause in Moskau.

(Hierzu Taf. XVII.)

Die Frage über das Vorkommen oder Nichtvorkommen von Psorospermien, namentlich von Sarcosporidien, im menschlichen Muskelgewebe wird von den Autoren verneinend beantwortet, obgleich diese Frage schon vor beinahe 30 Jahren von einem russischen Gelehrten, Prof. K. Lindemann[1] in Moskau, ventilirt wurde, der drei einschlägige Fälle veröffentlicht hatte, in denen er eine pathogene Wirkung der Protozoën zu sehen glaubte. Die den Beobachtungen von Lindemann beigefügten Zeichnungen schienen aber manchem Leser nicht überzeugend genug zu sein, wie es auch einer der neueren Forscher auf diesem Gebiete, Dr. L. Pfeiffer,[2] in der ersten Auflage seiner Monographie äusserte und an einem anderen Orte[3] die Meinung ausspricht, dass die sogenannten Miescher'schen Schläuche „beim Menschen sicher noch nicht gefunden worden sind." Dieser Standpunkt wurde, wie bekannt, in den sechziger Jahren von Virchow[4] angenommen, ungeachtet der Veröffentlichung von Lindemann. Dass die Miescher'schen Schläuche beim Menschen nicht vorkommen, wird auch neuerdings von Johne[5] und einem so eminenten

[1] *Bulletin de la soc. imp. des naturalistes de Moscou.* 1863. T. XXXVI. p. 425 und *Deutsche Zeitschrift für die Staatsarzneikunde.* Erlangen 1868. N. F. Bd. XXVI. S. 326—352.

[2] *Die Protozoën als Krankheitserreger.* Jena 1890.

[3] *Diese Zeitschrift.* Bd. IV. Hft. 3. S. 403.

[4] *Archiv für pathol. Anatomie.* 1866. Bd. XXXVII. S. 355 u. 356.

[5] *Allgem. pathol. Anatomie* von Birch-Hirschfeld 4. Aufl. S. 285.

Fachmanne wie Bütschli[1] behauptet. Bei dieser Sachlage scheint mir der Befund eines zweifellosen Miescher'schen Schlauches im Herzmuskelgewebe eines Menschen von hohem Interesse zu sein, wenngleich der zu beschreibende Fall — das bin ich mir wohl bewusst — in mancher Hinsicht mangelhaft und fragmentär ist. Die Schuld davon, wie aus dem Folgenden zu ersehen ist, liegt übrigens an der zu grossen Kargheit des Materials. Ich lasse die Beobachtung, wie sie mir vor Augen kam, folgen.

Bei der Section einer im Jausischen Krankenhause an linksseitiger Pleuritis und Endocarditis verrucosa verstorbenen, etwa 40 Jahre alten Frau wurde während der Besichtigung des Herzens meine Aufmerksamkeit auf das stark hyperplastische Endocardium über einem der Papillarmuskel des linken Ventrikels gelenkt. Um nachzusehen, wie tief in den Muskel die Bindegewebsneubildung reicht, machte ich am betreffenden Papillarmuskel der vorderen Segel der Mitralklappe einen Querschnitt, der zufälliger Weise genau in der Mitte seines Längsdurchmessers fiel. Ganz unerwartet zeigte sich am Querschnitte eine länglich ovale Cyste, 5 mm lang und etwa 2 mm breit, die parallel dem grössten Muskeldurchmesser und genau in der Mitte seiner Dicke gelegen war und beim ersten Anblicke an einen Cysticercus erinnerte. Im Momente des Durchschneidens entleerte sich aus der Cyste ein Tropfen klaren Serums und die innere Fläche des entleerten Cystenraumes erschien mit einer weisslichen, dünnen Membran ausgekleidet, an der man kleine Punkte von mehr dichter weisser Farbe wahrnahm. Die Membran und die in ihr zerstreuten punktförmigen Flecken waren dem Bilde nicht unähnlich, das man an Echinococcusblasen sieht, da wo an der Wand die Scolices haften. Ich glaubte auch, mit solchen zu thun zu haben. Aber die sogleich vorgenommene mikroskopische Besichtigung der leicht ausschälbaren Membran der einen Hälfte der Cyste widerlegte diese Voraussetzung, da es sich herausstellte, dass von einem Scolex oder einem Haken nichts zu sehen war, und dass die Membran aus einer feinkörnigen, plasmatischen Substanz bestand, die an manchen Stellen dichter angehäuft war und so für das unbewaffnete Auge den Eindruck von weissen Punkten machte. Nach der Herausschälung der einen Hälfte der Cystenmembran blieb im Papillarmuskel ein Nest zurück von glatter Oberfläche, die ganz so wie das übrige Herzfleisch aussah. Jetzt wurde die andere Hälfte der Cyste zur Untersuchung herangezogen. Dieselbe zeigte von vornherein ein ganz anderes Verhalten. Die Cystenmembran war zwar von derselben weisslichen, fleckigen Farbe, aber

[1] Bronn's *Classen und Ordnungen des Thierreiches.* I. Protozoa. Leipzig 1880. Sarcosporidien S. 605.

an ihrer Innenseite und im Grunde der fingerhutartigen Cystenhälfte sass eine zweite, Tochtercyste, von der Grösse etwa eines Mohnsamens, die die Ahnung nahe legte, dass hier doch ein Scolex oder wenigstens ein Haken zu finden sein wird. Ich schälte auch diese Cystenhälfte sammt der Tochtercyste heraus und machte an der letzteren einen Einschnitt, in der Hoffnung, seröse Flüssigkeit zu erhalten, in der etwas herauszufinden sein könnte. Aber anstatt Serum kam aus dem Einschnitte eine minimalste Quantität emulsionartiger Flüssigkeit zum Vorschein und die Tochtercyste collabirte nicht. Es blieb zur Orientirung über den Befund nichts übrig, als ein Zupfpräparat aus einem Stückchen der Tochtercyste zu verfertigen. Das Zerzupfen machte Schwierigkeit, das Cystenstückchen schien aus einem cohärenten Gewebe zu bestehen, welches beim Zerreissen elastische Fetzen und einen aus ihnen ausgepressten milchartigen Saft gab. In einer Kochsalzlösung untersucht, erwies sich das Object bei Syst. 7 oc. 3 Hartn. als aus einer unzähligen, dicht gedrängten Menge sonderbarer Körperchen bestehend, deren starke Lichtbrechung und scheinbare Structurlosigkeit an Molluscumkörperchen erinnerten, die in zerrissenen Fetzen membranartiger Gebilde eingebettet zu sein schienen. Was die Form der Körperchen betrifft, so waren runde, eiförmige, nierenartige, länglich ovale und auch solche zu sehen, die, einer langen Bohne gleichend, zwei Einschnürungen hatten, durch welche die Form von Gliedern entstand, gleichsam eine dreigliedrige Gregarine. Um das Material möglichst auszunutzen, schien mir am besten, aus dem übrigen Cystenstoffe einige Zupfpräparate zu verfertigen und dieselben, ohne sie dem Einflusse färbender Mittel zu unterwerfen, deren Wirkung nicht vorauszusehen war, bloss mit den für die Herstellung von Dauerpräparaten unentbehrlichen Reagentien zu behandeln. Die zerzupften Stückchen wurden auf Deckgläschen ausgebreitet, behufs der Entwässerung in Alkohol eingelegt, mit Xylol bearbeitet und in Canadabalsam eingeschlossen. Diesen Präparaten sind die in den Sammelzeichnungen der Tafel enthaltenen Bilder entnommen.

Bevor ich zur Deutung der Bilder in den so angefertigten Präparaten übergehe, muss ich bemerken, dass die genannten Bearbeitungsmittel einen grossen ändernden Einfluss auf die Körperchen ausübten. Während die letzteren in Kochsalzlösung untersucht, abgesehen von der verschiedenen Contourform, alle ein gleiches Lichtbrechungsvermögen und ein homogenes Aussehen der Körperchensubstanz darstellten, erschien nach der Behandlung mit Alkohol, Xylol und Canadabalsam eine so grosse morphologische Mannigfaltigkeit, besonders in Hinsicht der inneren Structur der einzelnen Körperchen, dass es einem Nicht-Zoologen recht schwer fiel, in dieser Mannigfaltigkeit sich zu orientiren. Bezüglich der Wirkung der Bearbeitungsmittel stehet meine Beobachtung in grellem Widerspruche

mit dem, was Jourawsky[1] über Sarcosporidien berichtet, die er im Muskelgewebe des Oesophagus des Pferdes beobachtete. Er fand, dass frische Sarcosporidien überall eine innere Structur zeigen, während unter dem Einflusse von Alkohol, Nelkenöl u. s. w. die Mannigfaltigkeit der Form verloren geht. Wie dieser Widerspruch zu erklären sei, weiss ich nicht.

Auf der beigelegten Tafel sind in zwei Gesichtsfeldern die meisten Formen gesammelt, die in meinen Präparaten zu sehen waren, und bei deren Deutung ich den Anweisungen des Hrn. Prof. K. Lindemann folgen will, dem ich bei dieser Gelegenheit meinen wärmsten Dank für die Durchmusterung meiner Präparate sage. In der Fig. 1, im oberen linken Quadranten des Gesichtsfeldes, sind Formen von reifen Psorospermien zusammengestellt, die, unbeachtet der Verschiedenheit der Contour, alle darin sich aneinander reihen, dass das Protoplasma feinkörnig erscheint und die sogenannten Gregarinenkörner den Zellkern ganz verdecken. Ich muss übrigens hinzufügen, dass bei nachfolgender Besichtigung der Präparate es mir gelungen ist, ein Exemplar zu finden, welches bei feinkörniger dunkler Beschaffenheit des Zellprotoplasmas im Centrum einen hellen Kern mit dunklem Kernkörperchen durchschimmern liess. Unter den reifen Formen zeigten manche eine deutliche Doppelcontour als Ausdruck einer Cuticula. Bei einigen sieht man in der Contour eine Andeutung auf amöboide Bewegung des Protoplasmas. — Im rechten unteren Quadranten des Gesichtsfeldes Nr. 1 sind hyaline Formen gesammelt, die als ganz junge Individua anzusprechen sind, mit und ohne Kern, und solche, die nur sogen. Schatten von Zellen darstellen. Die Mannigfaltigkeit der Formen der übrigen zwei Quadranten der Fig. 1 bietet der Deutung der einzelnen Zellformen nicht wenig Schwierigkeit dar. Die kugelartigen Gebilde mit breit schattirten peripheren Zonen und stark lichtbrechender Mitte im Inneren mancher Zellen sind als Gasblasen anzusehen, deren Entstehung auf einen Zersetzungsprocess zu beziehen ist. Ebenso sind die gebogenen, stark schattirten Gebilde im Inneren derjenigen Zellen zu deuten, deren übrige Zellsubstanz hyalin aussieht (im linken und unteren Quadranten). Dass die bizarren Formen der letztgenannten zwei Quadranten der Fig. 1 als Kunstproduct aufzufassen sind, wurde auch bei der Demonstration meiner Präparate in der Sitzung der zoologischen Abtheilung der Gesellschaft für Naturkunde, Anthropologie und Ethnographie in Moskau am 12./24. April d. J. vom vorsitzenden Prof. A. Bogdanoff behauptet.

Im Gesichtsfelde Nr. 2 treten uns im oberen rechten Quadranten

[1] *Archiv für veterinäre Wissenschaften* (russisch). 1889. Bd. II. Hft. 4.

Formen entgegen, die nicht anders als Involutionserscheinungen zu interpretiren sind. Die Vielfältigkeit dieser Formen war in meinen wenigen Präparaten so gross, dass sie alle zu zeichnen mir desto mehr unwichtig schien, als eine grosse Anzahl von mir gesehenen morphologischen Varietäten eine Copie der von Pfeiffer[1] gezeichneten Formen darbieten. Viel mehr Gewicht ist bezüglich der Gattungsstellung des gefundenen Parasiten auf die Bilder zu legen, die im oberen linken und im unteren rechten Quadrante der Fig. 2 abgebildet sind, und von denen die ersteren charakteristische, sichelförmige Keime, die letzteren drei Copulationspaare darstellen, eine Erscheinung, die nach der Angabe von Bütschli nur bei Sarcosporidien, nicht aber bei Coccidien beobachtet wird. Endlich enthält die Fig. 2 im linken unteren Quadranten des Gesichtsfeldes eine Zeichnung einer der Fetzen der bei der Zerzupfung in Stücke zerrissenen Hüllmembran des Parasiten. In diesem Fetzen, dessen äussere Oberfläche in Folge ihrer Verschiebung aus einer genau verticalen in eine etwas schiefe Lage das optische Bild eines Randbandes giebt, sind erstens Querstreifen als Ausdruck feiner Canäle, dann an der verschobenen äusseren Fläche die Mündungen dieser Canäle in Form kleinster Pünktchen zu beobachten.

Fasse ich nun alle die Merkmale des im Herzmuskel gefundenen Parasiten zusammen, so glaube ich schon auf das makroskopische Verhalten desselben Gewicht legen zu dürfen. Ein schlauchförmiges Gebilde, das mit stark lichtbrechenden Körperchen vollgepfropft, schwer zu zerzupfen und von einem milchartigen Saft gleichsam durchtränkt ist, kann wohl nichts Anderes als ein Psorospermienschlauch, als diejenige Form des Synchytrium Miescherianum sein, die interfibrillär im Muskel schmarotzt und eigentlich einen zusammengesetzten Miescher'schen Schlauch darstellt. In solch' einem complicirten Schlauche sind nach den Beobachtungen von Pfeiffer[2] an Parasiten des Herzfleisches des Schafes die inneren Schläuche II., III. u. s. f. Ordnung so zusammengehalten, haften so stark aneinander, dass selbst die beginnende Fäulniss sie nicht lockert. Die Diagnose wird gesichert durch die Resultate der mikroskopischen Untersuchung, ungeachtet, dass in der grossen Vielfältigkeit der Formen manches der richtigen Deutung noch unzugänglich ist. Man darf doch ja nicht vergessen, dass nach der Angabe von Fachmännern unter allen Protozoën die Sarcosporidien am wenigsten erforscht sind. Wenn man aber von Detailfragen absehen will und nur die Thatsache des ersten Befundes eines Sarcosporidienschlauches im Muskelgewebe des Menschen in's Auge fasst, so könnte man auf Grund der obenerörterten

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. IV. Hft. 3. S. 414 (Figg. 7a, 8, 9 u. 10).
[2] A. a. O. S. 407.

Merkmale den Namen für den Parasiten wählen. Nach der Classification von Blanchard[1] zerfällt die eine Familie der Sarcosporidien, diejenige nämlich, die als Schmarotzer in der quergestreiften Musculatur sässig ist und Miescheridae heisst, im Genus Miescheria — mit einer dünnen, homogenen Hüllmembran und Genus Sarcocystis — mit einer dicken, von Canälen durchsetzten Hüllhaut. Dem zu Folge kann der von mir gefundene Parasit mit dem Namen „Sarcocystis hominis" belegt werden.

Zum Beschluss meiner Mittheilung will ich bemerken, dass ausser dem beschriebenen Psorospermienschlauche in dem sorgfältig untersuchten Herzen kein Schmarotzer mehr gefunden worden ist. Ob nicht irgendwo in der willkürlichen Musculatur eine Sarcosporidiencyste sässig gewesen wäre, konnte bei Abwesenheit jedes Hinweises natürlich nicht ermittelt werden. Die mikroskopische Untersuchung des betreffenden Papillarmuskels wurde leider versäumt, doch war an ihm, was das Muskelgewebe anbelangt, nichts Besonderes zu bemerken. Die Dimensionen des Schmarotzers machen es wahrscheinlicher, dass derselbe im interfibrillären Bindegewebe, nicht intrafibrillär, sich entwickelt hat. Ein Umstand blieb mir unklar. Was für eine seröse Cyste war es, die den Schmarotzer an der Innenseite ihrer Wand beherbergte? Soviel ich aus der mir zugänglichen Litteratur weiss, haben die Sarcosporidiencysten keine sie umwaschende, von einer plasmatischen Wand begrenzte flüssige Schicht, indem die Fähigkeit Serum enthaltende Cysten zu bilden, den Schmarotzern höheren Ranges, den Vermes, eigen ist. Ob es sich nicht in meinem Falle um eine Symbiose gehandelt haben mag, derjenigen ähnlich, welche neuerdings Lukomsky[2] mittheilt, das vermag ich nicht zu entscheiden.

[1] Kurz angeführt bei Birch-Hirschfeld, *Allg. pathol. Anat.* 4. Aufl. S. 284.
[2] *Wratsch* (russisch). 1890. Nr. 18.

[Aus dem Institut für Infectionskrankheiten.]

Gewinnung von Reinculturen der Tuberkelbacillen und anderer pathogener Bacterien aus Sputum.

Von

Dr. S. Kitasato.

Es ist eine noch bis auf den heutigen Tag weit verbreitete, besonders von französischer Seite vertretene Ansicht, dass es unmöglich sei, Reinculturen von Tuberkelbacillen direct vom Menschen zu erhalten, d. h. ohne sie den Thierkörper passiren zu lassen. Die Wichtigkeit nun aber gerade direct vom Menschen gezüchtete Tuberkelbacillen für Thierexperimente zu besitzen ist klar. Denn anderenfalls wäre stets der Einwurf möglich, dass beim Passiren durch den Thierorganismus mit den Tuberkelbacillen Veränderungen vor sich gehen, die sie von den beim Menschen vorhandenen unterscheiden. Es wären dann also die mit solchen Culturen bei Thieren experimentell gewonnenen Erfahrungen nicht ohne Weiteres auf die Verhältnisse, wie sie sich bei der menschlichen Tuberculose abspielen, anzuwenden. In der That sind diese Einwände bereits erhoben worden.

Es wurde mir daher von Hrn. Geheimrath Koch die Aufgabe gestellt, aus dem tuberculösen Sputum von Kranken, sowie aus geschlossenen Lungencavernen bei Gelegenheit der im Institute stattgefundenen Obductionen Reinculturen von Tuberkelbacillen anzulegen.

Die Schwierigkeiten, die sich der Lösung dieser Aufgabe, insbesondere der Züchtung aus dem Sputum entgegenstellten, lagen in der verschiedenen Wachsthumsenergie der Tuberkelbacillen einerseits und der stets mit ihnen vereint vorkommenden anderen Mikroorganismen andrerseits begründet. Während die ersteren ungemein langsam und spärlich wachsen, besitzen gerade die ständig in der Mundhöhle vorkommenden und dem Sputum beigemischten Bacterien die Fähigkeit, sich sehr rasch und üppig zu vermehren

und so die Tuberkelbacillen völlig zu überwuchern. Es kam daher darauf an, diese Beimengungen aus der Mundhöhle fortzuschaffen.

Um dies zu bewerkstelligen, hat Herr Geheimrath Koch ein Verfahren angegeben, nach dem ihm selbst die Lösung dieser Aufgabe schon früher gelungen ist, und dessen Befolgung auch mir die Gewinnung von Reinculturen der Tuberkelbacillen aus dem Sputum ermöglichte. Zu diesem Behufe werden die Patienten angehalten, das durch wirkliches Husten, nicht Räuspern, des Morgens ausgestossene Sputum in sterilisirte Doppelschälchen zu entleeren. Die Schälchen mit dem Sputum müssen nun sofort weiter verarbeitet werden. Eine als geeignet erscheinende, d. h. aus den tieferen Theilen des Respirationsapparates stammende Sputumflocke wird mit sterilisirten Instrumenten isolirt und in mindestens zehn mit sterilisirtem Wasser gefüllten Schälchen (am besten Petri'schen Doppelschälchen) nacheinander sorgfältig gewaschen. Es gelingt auf diese Weise, nahezu alle beim Passiren der Mundhöhle der Oberfläche des Sputumballens beigemengten anderen Bacterien zu entfernen. Zerreisst man nun in dem letzten der Schälchen unter sterilisirtem Wasser das Sputum und nimmt aus der Mitte desselben einen Theil, um ein mikroskopisches Präparat anzufertigen, so kann man sich leicht überzeugen, ob nur Tuberkelbacillen in demselben enthalten sind. Sehr oft ist dies der Fall und in diesen Fällen genügt es dann, eine solche aus der Mitte des so präparirten Sputums entnommene Flocke auf Glycerin-Agar oder Blutserum zu bringen, um Reinculturen von Tuberkelbacillen zu erhalten. Diese aus Sputum angefertigten Reinculturen unterscheiden sich nun besonders im Anfange des Wachsthums in ihrem Aussehen etwas von den aus den tuberculösen Organen angelegten Culturen. Sie bilden zwar ebenso wie die letzteren erst nach ca. zwei Wochen die ersten Colonieen, allein diese bieten Anfangs einen völlig verschiedenen Anblick. Sie erscheinen als kreisrunde, rein weisse undurchsichtige Flecken, die sich über die Oberfläche des Agars erheben. Dabei sind diese Colonieen feucht, glänzend und glatt (fast wie die Colonieen der weissen Hefe), während die aus Organen gewonnenen Tuberkelbacillencolonieen von Anfang an trocken, matt und gefaltet erscheinen. Allmählich verschwinden diese Unterschiede, so dass nach ca. vier Wochen eine Differenz zwischen den aus dem Sputum und den Organen angelegten Culturen nicht mehr wahrgenommen werden kann.

Die Culturen, die ich aus geschlossenen Lungencavernen angelegt habe, verhalten sich genau ebenso, wie die soeben geschilderten Sputumculturen. Es ist dies nicht anders zu erwarten, da ja das Sputum nichts anderes als Caverneninhalt ist. Allein auch aus geschlossenen Cavernen gelingt es nicht immer, Reinculturen von Tuberkelbacillen zu erhalten,

da bisweilen auch hier neben den Tuberkelbacillen noch andere Bacterien vorkommen, wovon man sich stets vor dem Züchtungsversuche mikroskopisch überzeugen muss. Ich möchte jedoch an dieser Stelle hervorheben, dass dies dann nicht ein Gemisch von verschiedenen Bacterien ist, sondern man findet dann fast stets eine Reincultur, sei es nun von Bacillen oder Kokken, die noch neben den Tuberkelbacillen vorhanden ist. Es ist meiner Ansicht nach auch sehr leicht möglich, dass diese complicatorischen in Reincultur vorhandenen Bacterien bei dem Krankheitsverlaufe der menschlichen Tuberculose eine wichtige Rolle spielen.

Bei der Anlegung dieser Tuberkelbacillen-Reinculturen aus dem Sputum und den geschlossenen Lungencavernen zeigte sich aber weiterhin noch die wichtige Thatsache, dass die meisten der im Sputum oder Caverneninhalt vorhandenen Tuberkelbacillen abgestorben waren. Mikroskopisch war ein Unterschied gegenüber den lebenden durchaus nicht zu finden. Sie färbten sich ebenso rasch und intensiv wie die anderen, auch morphologisch konnte nichts Abweichendes festgestellt werden. Trotzdem konnte die Thatsache, dass sie wirklich nicht mehr lebensfähig waren, auf folgende Art bewiesen werden.

Nimmt man, wie es zu diesem Züchtungsversuche nöthig ist, eine grössere Menge Sputums oder Caverneninhalts, um es auf der Agaroberfläche einzureiben, so bleibt dieses Material, da es vor Verdunstung durch den Röhrchen aufsitzende Gummikappen geschützt ist, Wochen lang auf dem Nährboden sichtbar. Oft nun bleiben in einem solchen Röhrchen gewisse Sputum- resp. Caverneninhalt-Partien völlig steril, während aus anderen, die in demselben Röhrchen ausgestrichen sind, sich Tuberkelbacillen-Colonieen entwickeln. Nimmt man nun einen solchen steril gebliebenen Sputum- resp. Caverneninhalt-Ueberzug von der Agaroberfläche und fertigt ein mikroskopisches Präparat davon an, so findet man darin massenhafte, gut färbbare Tuberkelbacillen. Ich habe nun weiterhin solches mit färbbaren Tuberkelbacillen reichlich beladenes, jedoch im Brütofen auf Agar steril gebliebenes Sputum resp. den Caverneninhalt mehreren Meerschweinchen eingeimpft und dieselben nach zwei Monaten getödtet. Keines derselben zeigte eine Spur von Tuberculose.

Es ist also durch diesen Versuch klar bewiesen, dass im Sputum und Lungeninhalte die Mehrzahl der Tuberkelbacillen abgestorben sind, dass dies mikroskopisch jedoch auf keine Weise bis jetzt festgestellt werden kann.

Ich wandte aber meine Aufmerksamkeit nicht nur den im Sputum von Tuberculösen vorhandenen Tuberkelbacillen, sondern auch den meistens noch darin vorkommenden anderen Bacterien zu. Ich hatte nämlich die Beobachtung gemacht, dass häufig in einem solchen Sputum neben

den Tuberkelbacillen noch eine andere Bacterienart so constant und so zahlreich vertreten ist, dass ich an einen gewissen Einfluss seitens derselben auf den betreffenden Kranken glauben musste. In der That konnte ich in solchen Fällen dann auch, wenn der betreffende Patient zur Obduction kam, den im Sputum nachgewiesenen Mikroorganismus in der ganzen Lunge in Reincultur verbreitet beobachten. Ja einmal wurde der betreffende Parasit, in diesem Falle ein kleiner Bacillus, in allen inneren Organen ebenfalls in Reincultur vorgefunden. Auf diese Weise konnte ich aus dem Sputum von Tuberculösen mehrere Arten von Bacterien erhalten, die constant neben den Tuberkelbacillen darin vorhanden waren und bei den späteren Obductionen in der That in der Lunge nachgewiesen wurden. Es sind dies drei Arten von Bacillen, zwei verschiedene Streptokokken und drei Mikrokokkenarten. Die Menge, in der die betreffenden Mikroorganismen im Sputum auftraten, wechselte, wie ich mich bei längerer Beobachtung überzeugte, oft sehr.

Ausser diesen habe ich aus dem Sputum von Tuberculösen noch mehrere Arten von Bacterien erhalten. Da die betreffenden Kranken jedoch die Krankenabtheilung verliessen, so war eine weitere Untersuchung nicht möglich.

Ueber diese betreffenden Bacterienarten, sowie über alle damit zusammenhängenden Fragen bin ich aus äusseren Umständen nicht mehr im Stande, weitere Beobachtungen anzustellen. Herr Dr. Cornet ist mit diesen Aufgaben beschäftigt und wird späterhin Genaueres darüber mittheilen.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 6.

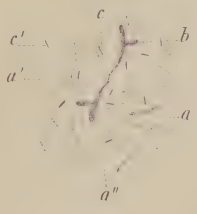


Fig. 3.

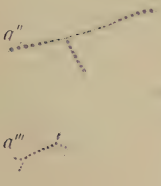


Fig. 4.

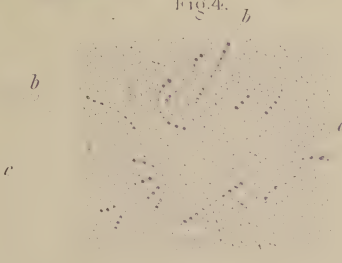


Fig. 5.

Verlag Veit & Comp Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY 1925

[Aus dem Institute für pathologische Anatomie der Kgl. Universität Pisa.]

Die Hühnertuberculose.[1]

Experimentelle Untersuchungen

Von

Dr. Angelo Maffucci,
Professor für pathologische Anatomie an der Kgl. Universität Pisa.

(Hierzu Taf. XVIII.)

Die neueren bacteriologischen Untersuchungen haben uns den Zusammenhang zwischen der anatomisch-pathologischen Verletzung eines Gewebes und der Ursache dieser Verletzung nachgewiesen; und das biologische Studium der Ursachen der infectiven Krankheitsprocesse hat uns Verletzungen verschiedener Organe kennen lernen, welche bis dahin auf andere Ursachen zurückgeführt wurden (Pulmonitis und Meningitis cerebrospinalis epidemica). Eben diese biologischen Untersuchungen haben uns in einem und demselben anatomisch-pathologischen Vorgange (der Eiterung) verschiedene Arten von Mikroorganismen erkennen lassen, welche im Stande sind die identische Verletzungsform hervorzurufen; ja, auch das hat man sogar entdeckt, dass in ein und derselben Verletzung ein Mikroorganismus auftritt, der durch seine constante Form auf eine einzige Parasitenart hinweisen würde, aber diese angeblich einzige Art besteht thatsächlich aus mehreren Arten, die sich von einander unterscheiden, nicht etwa durch vorübergehende Eigenschaften (Abschwächung, Polymorphismus), sondern durch bleibende Eigenschaften; zu dieser Kategorie, glaube ich, gehört auch der Bacillus der Tuberculose, den man heute in zwei verschiedene Arten theilen kann; denjenigen der Säugethiertuberculose und denjenigen der Hühnertuberculose; ich halte mich

[1] Strauss u. Gamaleia haben kürzlich Untersuchungen über dieses Thema angestellt (Rech. exper. sur la Tuberc. des oiseaux. *Archives de méd. exp. et d'anat. path.* Juillet 1891.) Die Forscher beweisen gleichfalls den Unterschied zwischen Hühner- und Säugethiertuberculose.

wenigstens auf Grund der von mir angestellten Versuche, so wie die Dinge jetzt liegen, die ich weiter unten mittheile, hierzu berechtigt. — Die Entdeckung einer Parasitenform besagt wenig für die Mykologie; ihr Werth beginnt erst mit dem biologischen Studium, und darum habe ich denn die folgende Untersuchung vorgenommen.

Geschichtliches. — In zwei Perioden lässt sich die Geschichte der Hühnertuberculose eintheilen, in die erste, während welcher man dieselbe als eine Folge eines diphtherischen Processes oder als sarcomatöse Tumore ansah, welche sich besonders in der Leber, im Darm und der Milz jener Thiere festsetzte. Diese Periode übergehe ich aber, da unsere Kenntnisse über dieselbe lediglich auf histologischen Daten beruhen. Meine Aufmerksamkeit gilt hingegen jener zweiten Periode, in der jene Verletzung auf den Tuberkelbacillus zurückgeführt wurde.

Zuerst fand Koch (1) in den Tuberkelknötchen der Hühner zahlreiche Bacillen, und zwar in weit grösserer Anzahl als in den tuberculösen Läsionen bei den Säugethieren.

Koch impfte nun reine Culturen des Tuberkelbacillus, die von der Lungenschwindsucht eines Menschen herrührten, auf 4 Hühner und 8 Tauben in die Bauchhöhle; er bemerkte eine Abmagerung bei den Thieren, tödtete sie und fand dieselben Läsionen vor, die man bei Hühnern beobachtete, welche von selbst an Tuberculose gestorben waren, die häufig epidemisch verläuft unter Thieren, welche in einem Hofe zusammen gehalten werden.

Von einer Cultur von Tuberkelbacillen, welche aus der Lunge eines Affen stammte, wurden ferner von Koch 6 Hühner und 8 Tauben unter die Haut geimpft, aber nur 3 Hühner zeigten Tuberkelknötchen im Darm und in der Leber, die anderen und die Tauben blieben gesund.

In seinem klassischen Werke weist Koch nur auf die Reichhaltigkeit an Bacillen im Gewebe der Tuberkelknötchen hin und identificirt den Tuberkelbacillus der Hühner mit demjenigen der Säugethiere, jedoch lediglich auf Grund der Morphologie und an der Hand des zum Theil positiven Experimentes mit Geflügel, er sagt dabei aber nicht, dass er Culturen von Tuberkelbacillen erhalten habe, welche aus Organen von Hühnern stammten, die von selbst an Tuberculose starben.

Ribbert (2) berichtet weitläufiger über tuberculöse Läsionen im Darm, der Leber und der Milz der Hühner, hebt ebenfalls den Reichthum an Bacillen in den Tuberkelknötchen hervor, findet aber keine Bacillen in dem Auswurf der Hühner; machte Versuche, indem er den Koth von tuberculösen Hühnern mit der Speise für gesunde Hühner mischte, und nachdem er länger als einen Monat diese Hühner dem Versuche unterworfen hatte, tödtete er sie nach zwei Monaten und fand dieselben

gesund. Wenn er aber einige Hühner in die Bauchhöhle mit den Tuberkeln anderer Hühner impfte, so starben jene an Tuberculose.

Diese experimentellen Thatsachen sprechen für eine Uebertragung von Huhn auf Huhn, jedoch nicht auf dem Darmwege, da die Bacillen im Kothe der Hühner fehlen, wenn gleich die Läsionen im Darm es vermuthen lassen, dass dieses der Uebertragungsweg sei. — Ausserdem zeigte Baley (3), dass die zahlreichen Bacillen in den Huhntuberkeln sich leichter färbten als diejenigen der Säugethiertuberculose.

Cornill und Meguin (4) haben gleichfalls die Hühnertuberculose studirt und gefunden, dass die zahlreichen Bacillen in den Zellen enthalten sind und hier das granulöse Ansehen erhalten können, und dass sie so viel länger als diejenigen erscheinen, welche im menschlichen Expectorat gefunden werden, so dass sie geradezu als Fasern erscheinen; diese Thatsache findet sich vor allem bei der chronischen käsigen Tuberculose. Die beiden Forscher haben mit Leichtigkeit die Reproduction der Tuberculose in anderen Hühnern mit der Impfung von Tuberkeln, die von tuberculösen Hühnern stammten, erhalten können; ferner haben die Meerschweinchen, welche mit Hühnertuberculose in die Bauchhöhle geimpft wurden, Abscesse mit zahlreichen Bacillen aufgewiesen, ohne weitere allgemeinere Erscheinungen; deshalb glauben jene Forscher, dass die allgemeine Verbreitung bei den Meerschweinchen nicht eintrat, weil sie zu früh (zwei Monate nach der Impfung) getödtet wurden, denn thatsächlich sind die in die Bauchhöhle mit Tuberculose geimpften Meerschweinchen nach zwei Monaten ganz allgemein tuberculös.

Unter allen bis jetzt angeführten Thatsachen giebt es aber keine, welche auf einen wirklichen Unterschied zwischen der Hühnertuberculose und der Säugethiertuberculose hinwiesen, weder in anatomisch-pathologischer, noch in biologischer Hinsicht, wenn man eben davon absieht, dass die Bacillen in den Huhntuberkeln weit zahlreicher sind, sich leichter färben und granulöser sind.

Dagegen sollten eine Reihe von Versuchen für die Identität der Säugethiertuberculose mit der Hühnertuberculose sprechen.

Nocard (5) hat eine Tuberkelinfection bei den Säugethieren mit Culturen der Hühnertuberculose erhalten; ausserdem hat er bemerkt, dass Hühner, welche auf den Fleischerhöfen mit Fleischabfall von tuberculösen Rindern genährt wurden, Tuberculose erzeugten und dass beim Impfen von Hühnern mit Rindertuberculose sich bei ihnen eine tuberculöse Form zeigte.

Die Ansicht über die Identität der beiden Tuberculoseformen wurde noch bekräftigt durch die Thatsache, dass auf Hühnerhöfen Tuberculose-

epidemieen sich zeigten in Folge von Aufpicken von Expectoraten von Schwindsüchtigen.

Johne (6) hat beobachtet, dass ein Hühnerhof mit Tuberculose angesteckt wurde durch die Ankunft eines jungen Schwindsüchtigen, dessen Auswurf gierig von den Hühnern verschluckt wurde.

Nocard (7) secirte abgemagerte Hühner mit Tuberculose in der Leber, Darm, Milz, Eierstock, Lunge und lymphatischen Ganglien, weil sie Expectorate von Schwindsüchtigen verschluckt hatten.

Ballinger (8) secirte 3 Hühner mit Tuberculose, welche sich vom Expectorate von Schwindsüchtigen genährt hatten.

Durieux (9) hat gleichfalls mitgetheilt, dass von 40 Hühnern 10 an Tuberculose litten, nachdem sie die Expectorate von Schwindsüchtigen verschluckt hatten.

Cagny (10) hat ebenso beobachtet, dass auf einem Hühnerhofe die Tuberculose ausbrach, weil sie sich vom Expectorate von Schwindsüchtigen genährt hatten.

Willemin (11) wählte in seiner vortrefflichen Arbeit über die Tuberculose unter den Versuchsthieren die Hühner, welche von der Ansteckung verschont blieben.

Verga und Biffi (12) impften gleichfalls Hühner mit menschlicher Tuberculose, welche alle immun blieben.

Gatti (13) beobachtete eine Epidemie von Tuberculose bei den Hühnern, welche niemals mit Tuberkelmaterien in Berührung kamen, und einige Hühner, welche er mit Expectoraten von Phthisikern nährte, wurden nicht tuberculös.

Bei meinen fortgesetzten Versuchen über die Wirkung der Mikroben auf das Leben des Embryo, wollte ich untersuchen, ob die Säugethiertuberculose im Stande sei, die ausgewachsenen Hühner zu inficiren; deshalb impfte ich Expectorate von Phthisikern, Tuberkelgewebe von Menschen und Meerschweinchen in die Bauchhöhle einiger Hühner, welche nicht tuberculös wurden.

Straus und Wurtz (15) nährten eine Reihe von Hühnern mit Expectoraten von Phthisikern, tuberculösem Lungengewebe vom Menschen; die Nährung mit Expectoraten dauerte sechs Monate bis zu einem Jahre, und jedes dieser Hühner hat mehr als 4 kg von Expectorat, das reich an Tuberkelbacillen war, verschluckt. Sie wurden getödtet und zeigten weder eine Spur von Tuberculose noch Abmagerung, — die mikroskopische Untersuchung der Organe, sowie die Uebertragung derselben auf die Meerschweinchen liessen keine Bacillen nachweisen.

Martin (16) impfte Hühner und Tauben mit Säugethiertuberculose in die Bauchhöhle, alle blieben gesund; als sie aber nach mehreren

Monaten getödtet wurden und ihr Blut auf Meerschweinchen überimpft wurde, wurden diese tuberculös. Deshalb kam Martin zu dem Schlusse, dass das Huhn zwar nicht für die Tuberculose empfindlich sei, aber nicht im Stande wäre, den Tuberkelbacillus zu tödten.

Rivolta (17) impfte Hühner mit tuberculösen Massen; nach 34 und 54 Tagen waren sie noch gesund; aber die eingeimpften Stücke enthielten noch Bacillen, welche, auf Meerschweinchen übertragen, diese tuberculös machten. Rivolta's Untersuchungen bestätigen also diejenigen von Martin.

Bei meinem vergleichenden Studium (18) über die Tuberculose der Hühner und der Säugethiere im embryonalen Wege impfte ich vier Hühner in die Bauchhöhle und in die Trachea mit reinen Culturen von Säugethiertuberculose; nach einigen Monaten wurden diese Hühner getödtet. Die mikroskopische Untersuchung ergab weder Tuberkeln noch Bacillen.

Für die Erscheinungen, dass sich die Säugethiertuberculose nicht auf Hühner übertragen liess, für die zahlreichen negativen Fälle im Vergleich mit den wenigen positiven bei Koch und Nocard, aber besonders für Beschreibung von Epidemieen von Tuberculose unter Hühnern, welche Expectorate von Phthisikern verschluckt hatten, könnte man drei Erklärungen finden: dass es erstens Hühnerraçen giebt, von denen einige für Säugethiertuberculose empfänglich sind, dass zweitens alle Raçen für die Tuberculose empfindlich sind, dass es aber besonderer und individueller Bedingungen einer besonderen Art der Uebertragung des Virus bedarf, und dass endlich drittens der Bacillus der Hühnertuberculose verschieden sei von dem der Säugethiertuberculose.

Die erste Ansicht hat ihren Grund in analogen Zuständen, welche sich bei den verschiedenen Mäusearten durch das verschiedenartige Verhalten gegen den Milzbrand ergeben; aber die verschiedenen Forscher haben nicht bei den Untersuchungen über Hühnertuberculose die verschiedenen Gattungen der Hühner in Betracht gezogen, deshalb sind unsere Kenntnisse wenig präcis über diese erste Annahme. Andererseits weiss man auch, dass die Tuberculose der Hühner spontan verläuft sowohl bei den Fleisch fressenden, wie Frucht fressenden Vögeln (Canarienvögel, Fasane, Tauben u. s. w.).

Für die zweite Hypothese lässen sich keine beweisenden Thatsachen anführen, weil das in jeder Weise mit Säugethiertuberculose geimpfte Huhn (unter die Haut, Lunge, Bauchhöhle, Blut, Verdauungstubus) immer unempfänglich bleibt.

Nur die Beobachtungen von Leichtenstern (19) lassen vermuthen, dass die Hühnertuberculose erblich sei und nicht auf Ansteckung beruhe.

Leichtenstern beschreibt eine Epidemie von Hühnertuberculose aus einem Hühnerhofe, wo ein Raçehahn gehalten wurde, der nach einem Jahre tuberculöse Läsionen zeigte; alle seine Nachkommen waren tuberculös.

Sibley (20) hat bei Tauben, welche mit Expectorat von Phthisikern genährt wurden, keine Tuberculose erhalten; er hat aber beobachten können, dass die Hühnertuberculose in einem Hühnerhofe ausbrach, nachdem man Eier zum Ausbrüten untergelegt hatte, welche von einem Hofe herrührten, wo die Tuberculose herrschte.

Aber alle diese Thatsachen erblicher Uebertragung vernichten nicht die dritte Hypothese, dass der Bacillus der Hühnertuberculose verschieden sei von demjenigen der Säugethiertuberculose.

Rivolta erhielt von Nocard eine Tuberkelcultur, die von einem Fasanen herrührte. Diese mir freundlicherweise überlassene Cultur impfte ich auf Eier (21), aus denen Küchlein herauskamen, welche tuberculös wurden, ebenso ein Huhn, welches in die Bauchhöhle geimpft wurde.

Diese von mir erwähnte Thatsache löst nicht die Frage über die Verschiedenheit der beiden Tuberculoseformen, sondern bestätigt einfach, dass die Tuberculose thatsächlich bei den Hühnern erblich sein kann und dass das an Tuberculose gestorbene Controlhuhn einer jener zufälligen Uebertragung der Tuberculose auf erwachsene Hühner war um so mehr als ein Meerschweinchen mit derselben Cultur in die Bauchhöhle geimpft, nach 40 Tagen an Tuberculose starb mit nur einem Knötchen im Ilus der Milz ohne allgemeine Tuberculose. Wenn dieser Fall auch noch so eigenthümlich war, so hielt ich mich damals doch noch nicht berechtigt, die Thatsache so zu interpretiren, dass ich einen Unterschied zwischen den beiden Tuberculoseformen feststellte.

Nachdem Rivolta (22) Hühnertuberculose auf Meerschweinchen, auf Kaninchen und Hühner übertragen hatte, überzeugte er sich, dass die Hühnertuberculose von der Säugethiertuberculose unterschieden werden muss; ich citire hier seine Schlüsse: „dass die Impfung der Hühnertuberculose auf Meerschweinchen mit Ausnahme von zwei oder drei abcessartigen Knötchen am Orte der Impfung, bei keinem eine Infection der inneren Organe herbeiführte und dass, wenn die Infection bei den Versuchen anderer Forscher eintritt, der Verlauf langsam war und sich in den Organen wenige Tuberkeln vorfanden."

„Dass beim Kaninchen die Impfung unter die Haut mit Hühnertuberculose eine Art Abscess hervorruft, die reich an Virus ist und sich langsam ausbreitet, so dass in einem Falle der Tod des Kaninchens mit verschiedenen Tuberkeln in der Lunge eintrat."

„In Folge dessen findet das Virus der Hühnertuberculose keinen sehr günstigen Boden in dem Meerschweinchen und wenn es sich in den

Kaninchen festsetzt, so verbreitet es sich äusserst langsam. Also wird die Hühnertuberculose hervorgerufen aus einer Ansteckung, welche sich specifisch von der Menschen- und Rindstuberculose unterscheidet."

„Dass wenn die genannten Gifte eine gewisse Analogie in der Form und in ihrem Verhalten aufweisen zu den Reagentien und in den mikroskopischen Läsionen, sie sich dennoch durch einige charakteristische Merkmale unterscheiden."

Rivolta setzt den ersten Unterschied zwischen Hühner und Säugethiertuberculose in das verschiedene Verhalten der Kaninchen und der Meerschweinchen gegenüber der Hühnertuberculose. Natürlich hätte das biologische Studium des Tuberkelbacillus im Vergleich zu demjenigen der Säugethiere der Frage jeden Zweifel benommen, wenngleich die Schlüsse von Rivolta noch so genau waren.

Als ich mit der Hühnertuberculose an Embryonen experimentirte, überzeugte ich mich, dass die Menschentuberculose sich anders auf den Nährböden verhält als die Hühnertuberculose. Nocard, der zuerst die Hühnertuberculose cultivirte, sagt: dass, als er Daganet, welcher im Gesundheitsamte in Berlin gearbeitet hatte, Culturen zeigte, dieser ihn versicherte, dass jene Culturen von Hühnern dasselbe Aussehen der Culturen von Koch hätten.

Abgesehen von allen anderen aufgezählten Unterschieden in meiner oben erwähnten Arbeit über die Art und Weise des Verhaltens der Thiere gegenüber den beiden Formen der Tuberculose, abgesehen von der Form des Bacillus der Hühnertuberculose im Vergleich mit denjenigen der Säugethiere, abgesehen endlich von der histologischen Structur des von dem Hühnertuberkelbacillus erzeugten Bacillus im Vergleich zu dem vom Bacillus der Säugethiertuberculose erzeugten Bacillus, gründete ich noch den Unterschied der beiden Tuberculoseformen auf das Aussehen der Culturen und drückte mich seitdem folgendermassen aus: Die Entwickelung der Culturen ist verschieden in den beiden Tuberculosearten. Diejenige der Hühnertuberculose zeigt sich nach zwei Monaten auf dem glycerinirten und coagulirten Blutserum in der Form vieler sphärischer Punkte, wie Flecken von weissem Wachs, welche sich auf der Oberfläche unter der Form einer weisslichen, fettigen, weichen und leicht von der Oberfläche des Nährbodens trennbaren Schwarte auszubreiten trachten, und die, wenn die Cultur älter ist, eine gelbliche Farbe annimmt.

Dagegen bedürfen die Culturen der Säugethiertuberculose weit mehr Zeit zur Entwickelung unter der Form kleinster Colonieen, welche graufarben, in Form von Klippen stark am Nährboden gebunden waren und bei der Berührung Widerstand leisteten."

Diese wenigen Unterscheidungsmerkmale genügen nicht für eine

genaue biologische Darstellung, und da ich mit meinen Untersuchungen fortfuhr, wollte ich ein vergleichendes Studium zwischen der Hühnertuberculose und derjenigen der Säugethiere in ihren biologischen Eigenschaften vornehmen und publicirte die vorläufige Mittheilung (26).

Koch bestätigte mit seinem gewichtigen Worte in seinem Vortrage auf dem zehnten internationalen medicinischen Congress zu Berlin (4. bis 9. August) meine Untersuchungen über den Unterschied der Hühner- und Säugethiertuberculose.

Die DDr. Codiot, Gilbert und Roger (27) haben kürzlich eine Publication über die Hühnertuberculose veranstaltet, auch sie meinen, dass jene beiden sich unterschieden.

Nocard berichtete in einer Sitzung der medicinischen Gesellschaft (28) über einige Untersuchungen, welche beweisen, dass die Hühner für die Säugethiertuberculose unempfänglich sind, aber er ist noch nicht überzeugt, dass die beiden Tuberkuloseformen verschieden sind.

Die angeführten Gründe von Nocard sind die für das skrophulöse tuberculöse Virus giltigen, das nach Alloing nicht das Kaninchen, aber das Meerschweinchen tödtet; wenn aber dies Virus durch das Meerschweinchen gegangen ist, erhält es die Fähigkeit, das Kaninchen zu tödten.

Was den von Nocard berichteten Fall angeht, dass der Hund für Säugethiertuberculose unempfänglich ist, aber auch ausnahmsweise inficirt werden kann, so muss ich meinerseits dem gegenüber erklären, dass der Hund jedes Mal für Tuberculose empfänglich ist, wenn er in der Jugularvene mit Säugethiertuberculose geimpft wird.

Sicher sind die von Nocard angeführten Gründe sehr zu schätzen, und ich hatte denselben Ideengang, als ich 1887 meine ersten Untersuchungen über die Nichtempfänglichkeit des Huhnes für die Säugethiertuberculose publicirte, wobei ich gerade den entgegengesetzten Standpunkt von Koch über diesen Punkt einnahm, und sobald ich Hühnertuberculose erhalten konnte, hielt ich es für angezeigt, eine vergleichende biologische Untersuchung zwischen der Hühner- und der Säugethiertuberculose anzustellen, um mich zu überzeugen, dass die Aetiologie der Tuberculose sich nicht auf eine Bacillenform bezieht.

III. Hühnertuberculose.

Versuche.

Im März 1888 übergab mir Rivolta freundlicher Weise ein Huhn, das an spontaner Miliartuberculose der Leber und des Bauchfells gestorben war, wobei ich in den Tuberkelknötchen zahlreiche Bacillen fand. Mit der

Leber impfte ich 2 Hühner, eins im Unterhautzellengewebe und das andere in der Bauchhöhle; das erste blieb, nachdem es eine locale Läsion, von welcher es geheilt wurde, gezeigt hatte, immer gesund, das andere starb dagegen etwa 3 Monate nach der Impfung an Leber- und Bauchfelltuberculose, und aus diesen Läsionen konnte ich Culturen auf coagulirtem Blutserum erhalten.

Von einem Kaninchen, dem Rivolta auf dem Rücken Hühnertuberculose eingeimpft hatte, wurde Pus entnommen, und nachdem das Vorhandensein von Bacillen constatirt worden war, benutzte ich dasselbe, um ein Huhn in die Bauchhöhle und 3 Kaninchen in das Unterhautzellengewebe damit zu impfen; die Kaninchen heilten an der localen Läsion und zeigten keine allgemeinen Läsionen, das Huhn starb dagegen an Tuberculose.

Von einem Huhn von 5 Monaten, welches zur Zahl der Embryonen gehörte, welche unter Tuberkelinfection geboren wurden, entnahm ich eine Reihe Tuberkelculturen.

Mit diesen Culturen beginnt die Untersuchungsreihe mit den verschiedenen Thierarten.

Hühner. Dieselben wurden bald mit Culturen, bald mit tuberculösen Organen im Unterhautzellengewebe in die Bauchhöhle, im Blutstrom und in den Athmungswegen und Verdauungstubus geimpft.

Bauchhöhle. 1) Nach 25 Tagen stirbt ein mit einer Cultur geimpftes Huhn an Tuberculose des Bauchfells und der Leber.

2) Nach 2 Monaten stirbt ein mit Cultur geimpftes Huhn an Miliartuberculose der Leber und des Bauchfells.

3) Nach 2 Monaten stirbt noch ein mit Cultur geimpftes Huhn an Miliartuberculose der Leber und des Bauchfells.

4) Nach 14 Tagen wird ein mit Cultur geimpftes Huhn getödtet, und es ergab sich schon jetzt Miliartuberculose der Leber und des Bauchfells mit zahlreichen Bacillen.

5) Ein Huhn wurde nach der Austragung mit Albumin eines Eis geimpft, das mit Tuberculose geimpft war. Das Huhn starb an Tuberculose der Leber und des Bauchfells.

6) Mit der Leber eines lebenden Embryo von 16tägiger Brutzeit, das mit tuberculösem Ei geimpft war, wurde ein Huhn geimpft, das nach 2 Monaten an Miliartuberculose der Leber und des Bauchfells starb.

7) Eine Cultur auf flüssigem Blutserum wurde einem Huhn eingeimpft, welches 6 Monate später an Tuberculose der Leber und des Bauchfells starb.

8) Ein Huhn, das mit einer Cultur auf coagulirtem Blutserum geimpft war, starb nach 10 Monaten an Tuberculose der Leber, der Nieren, des Bauchfells und der Lunge; die Knötchen der Milz waren stärker als die der Leber, von der Grösse einer Erbse bis Haselnussgrösse.

9) Ein Huhn wurde mit einer aussergewöhnlichen Menge einer Cultur geimpft (Syringe von Pravaz); dasselbe starb nach einem Monat an Miliartuberculose der Leber und des Bauchfells.

Alle bis dahin angewandten Culturen wurden bei 37° entwickelt.

Haut. Mit einer starken Dosis Cultur werden 2 Hühner im grossen Brustmuskel geimpft; eins stirbt nach $5^1/_2$ Monaten an Tuberculose der Leber, der Milz und der Lunge, das andere wird nach einem Jahre getödtet und zeigte sich gesund.

Lunge. 2 Hühner werden in der Trachea mit bacillenhaltiger Bouillon geimpft; beide sterben an Lungentuberculose unter Form von käsigen Massen und unter Miliartuberculose der Leber, der Milz und mit Anschwellung der mediastinischen Lymphdrüsen.

Blutstrom. 2 Hühner werden in die Achselvene mit Culturen, welche in Bouillon schwebten, geimpft, eins stirbt nach 30 Tagen unter sehr starker Abmagerung, ohne eine Läsion im Impfpunkte. Bluterguss in die Bauchhöhle, Leber enorm vergrössert, ebenso die Milz; die Leber ist bleich, leicht zerreissbar; beim mikroskopischen Examen zeigt sie sich stark mit Bacillen infiltrirt, die sich mit Vorliebe in den entzündlichen Blutgefässen aufhalten, und mit schwacher Reaction in der Nähe der Gefässe.

Die Milz zeigt ausser der Vergrösserung käsige Massen mit Bacillen.

Das andere Huhn stirbt nach 35 Tagen, das mikroskopische und makroskopische Examen entspricht dem über das erste Huhn, ausserdem ergeben sich im Blut Bacillen.

Verdauungswege. Die Leber des im Blutstrom geimpften Huhnes wurde einem Huhne zum Fressen gegeben, weil sich eine enorme Menge Bacillen in derselben befand; nach 4 Monaten wurde das Huhn getödtet; beim mikroskopischen und makroskopischen Examen ergeben sich keine tuberculösen Läsionen.

Ein zweites Huhn wurde mit Tuberculoseculturen (2 Tuben) genährt; auch dieses blieb gesund und wurde dann nach 5 Monaten getödtet; bei demselben finden sich keine tuberculösen Läsionen.

Ente. Die zahmen Enten sind empfänglich für die Hühnertuberculose; zwei wurden in der Bauchhöhle mit Tuberkelculturen geimpft; die erste starb nach einem Monat, die zweite nach 40 Tagen, in der Leber zeigte sich Miliartuberculose.

Kaninchen. Bauchhöhle. Zwei Kaninchen werden mit tuberculöser Hühnerleber geimpft, das erste wird nach 4 Monaten getödtet, weil es stark abgemagert war; am Impfpunkte findet sich ein Knötchen dick wie eine Nuss, das aus einem Gewebe von neoplastischem Aussehen besteht, fibrös ist und umschriebene käsige Massen mit Bacillen zeigt. In der Leber nichts besonderes; die Milz ist atrophisch, in der Lunge finden sich käsige, zerstreute Knötchen, die Lymphdrüsen des Brustfells sind geschwollen; aus der Lunge werden Culturen genommen, in denen sich die Bacillen der Hühnertuberculose entwickeln.

Die Lungenknötchen enthalten zahlreiche Bacillen, die sich vorwiegend in den Gefässen der käsigen Massen aufhalten.

Das zweite Kaninchen stirbt nach 5 Monaten; in der Bauchhöhle findet sich ein grosser Abscess mit Bacillengehalt; die Leber atrophisch, Lungen anämisch, die hinteren Lymphdrüsen des Bauchfells leicht geschwollen, die Milz atrophisch; das histologische Examen der Organe blieb negativ, ausgenommen in der Milz fand sich eine Anhäufung von Blutpigment.

Haut. 2 Kaninchen wurden auf dem Rücken mit derselben Hühnerleber geimpft; eins stirbt nach $5^1/_2$ Monaten; an der Impfstelle findet sich ein Abscess mit Bacillen; Atrophie aller Organe; das histologische Examen bleibt negativ; in der Milz findet sich wie gewöhnlich Ansammlung von Blutpigment. Das andere Kaninchen stirbt abgemagert nach 10 Monaten, Atrophie der Organe, an der Impfstelle nichts (geheilter Abscess), in den

Venen finden sich Knötchen von tuberculösem Aussehen, die sich beim histologischen Examen als Anhäufungen von Leucocyten ohne Bacillen darstellen; in der Milz Ansammlung von Blutpigment.

Hunde. 1) Ein Hund wird mit Hühnerleber in die Bauchhöhle geimpft und nach 4 Monaten getödtet; er zeigt sich gesund.

2) Ein zweiter Hund wird mit derselben Hühnerleber in das Unterhautzellengewebe geimpft; es bildet sich ein Abscess, der sehr langsam heilt, und nach 40 Tagen finden sich im eiterigen Serum Tuberkelbacillen; der Abscess heilt. Das Thier ist nach einem Jahre noch gesund, wie die Autopsie ergiebt.

3) Eine Tuberkelcultur wird in die Gelenkshöhle eines Hundes geimpft, der Zeichen acuter Arthritis aufweist; nach 6 Monaten waren alle Anzeichen verschwunden.

4) Man impft in die Jugularvene eines Hundes 2 ccm von Tuberkelcultur, welche in Bouillon schwebte; nach $7^1/_2$ Monaten stirbt er abgemagert, ohne dem blossen Auge sichtbare Läsionen. Mit Ausnahme der Atrophie der Milz, Hyperämie der Nieren, Lungenhypostase, Atrophie der Leber mit gelblicher Färbung.

Beim histologischen Examen liess nur die Leber fettige Degeneration der Leberzellen, Anhäufung von lymphoiden Elementen in den Eingangsräumen mit wenigen Bacillen beobachten.

Die Milz zeigte ausser der Atrophie Ansammlung von Blutpigment.

Meerschweinchen. Unterhautzellengewebe. 1) 2 Meerschweinchen werden mit Hühnerleber geimpft, eins stirbt nach 8 Monaten mit Marasmus und ohne Läsionen von tuberculösem Ansehen, Lunge mit Lungenkatarrh am unteren Lungenlappen, Endobronchitis, Emphysem vicariante; das zweite Meerschweinchen stirbt nach 3 Monaten ohne Tuberkelläsionen.

2) 2 Meerschweinchen werden mit Cultur (bei 37^0 entwickelt, Syringe von Pravat) geimpft und sterben nach 1 Monate mit starkem Marasmus; Abscess an der Impfstelle, leichte Schwellung der Lendendrüsen, Atrophie der Leber und der Milz. — Im Abscess finden sich Bacillen, in der Milz blutige Pigmentation, in der Leber lymphoide Infiltration, aber ohne Bacillen.

3) Impfung von 2 Meerschweinchen mit $^1/_4$ Syringe von Pravaz, von Culturen in Bouillon schwebend. — Das erste stirbt nach 44 Tagen ohne locale Läsionen und ohne Drüsenschwellung, aber unter Marasmus und Atrophie der Organe, vorzugsweise der Milz. — Blutige Pigmentation der Milz, Lungen und Nieren gesund, in der Leber spärliche lymphoide Infiltrationen, aber ohne Bacillen.

Das zweite Meerschweinchen stirbt nach 2 Monaten, allgemeiner Marasmus, Abscess an der Impfstelle, Atrophie der Organe, Uebertragung der Milz auf coagulirtes Blutserum, spärliche Entwickelung von Colonieen von Hühnertuberculose, die Impfung der Leber blieb steril.

Die Präparate des Pus vom Abscess enthalten Bacillen, in der Leber lymphoide Infiltration, aber ohne Bacillen; unterm Mikroskop finden sich in der Milz keine Bacillen, und, wenn auch verhüllt durch die Cultur, sind doch viele Blutkörperchen in Zerstörung begriffen, in der Pulpe der Niere, um die bekannte Anhäufung von Blutpigment zu bilden.

Bauchhöhle. 1) 2 Meerschweinchen werden geimpft mit Hühnerleber. Nach 3 Monaten wird eins getödtet, das keine tuberculösen Läsionen

aufweist; in der Milz findet sich Ansammlung von Blutpigment, in der Leber Flächen von Atrophie und von Necrose der Leberzellen.

2) 2 Meerschweinchen werden mit einer Cultur in Bouillon schwebend geimpft. (Syringe von Pravaz). Eins stirbt nach 11 Tagen, Drüsen des hinteren Bauchfells sind geschwollen, Milz geschwollen, Leber hyperämisch. Grosse Infiltration der Pulpe und der Follikeln der Milz hervorgerufen von Leucocyten unter Vorhandensein von Bacillen, derselbe Befund in den Lymphdrüsen, in der Leber lymphoide Infiltration mit Bacillen. — Nach 45 Tagen stirbt das andere Meerschweinchen. Starker Marasmus, atrophische Bauchorgane, die hinteren Bauchfelldrüsen käsig, käsige Knötchen im Ilus der Leber; aus den käsigen Drüsen erhält man Culturen. Die Leberpräparate und jene der Milz lassen keine Tuberkelbacillen erkennen, während diese in den Lymphdrüsen sich vorfinden; in der Milz ergiebt sich blutige Pigmentation, in der Leber hier und da Ansammlungen von lymphoiden Elementen, in der Niere und Lunge nichts besonderes.

3) 2 Meerschweinchen werden mit $^1/_2$ Syringe von Pravaz geimpft. Nach 38 Tagen sterben beide Meerschweinchen. Im grossen Netz finden sich käsige Abscesse, geschwollene Milz, in der Lunge und der Niere nichts, auf der äusseren Fläche der Leber käsige Knötchen, die hinteren Lymphdrüsen des Bauchfells vergrössert, das peripherische Drüsensystem normal.

Die Impfung der käsigen Knötchen giebt Entwickelung von Tuberkelculturen. In der Milz und in der Leber finden sich lymphoide Infiltrationen ohne Bacillen.

Trachea: 2 Meerschweinchen wird eine $^1/_2$ Syringe von Provaz eingeimpft, beide sterben nach 17 Tagen, keine offenbare Tuberculose der Organe; Lunge mit Fleckenhyperämie, Milz und Leber hyperämisch; in der Lunge finden sich lymphoide Infiltrationen mit Bacillen, in der Milz und der Leber sind ebenfalls Infiltrationen, aber ohne Bacillen. Aus der Lunge erhielt man Culturen, diejenigen der Leber und der Milz bleiben steril.

Blutstrom. In die Jugularvene zweier Meerschweinchen wird $^1/_4$ Syringe von Pravaz von Tuberkelcultur in Bouillon schwebend eingeimpft. Die beiden Meerschweinchen sterben nach 13 Tagen, — starke Abmagerung, Milz vergrössert, aber ohne Tuberkelknötchen, Leber und Lunge ohne Tuberkeln. Aus der Leber und der Milz erhält man Culturen. — Starke Infiltration durchsetzt von lymphoiden Elementen der Leber und der Milz mit Bacillen.

IV. Uebergang der Hühnertuberculose von einem Meerschweinchen zum andern.

Bei der ganzen Reihe der Untersuchungen über die Meerschweinchen, welche für die Säugethiertuberculose so empfänglich sind, fand ich keine klassische Form von Tuberculose, auch wenn das Meerschweinchen lange Zeit nach der Impfung starb.

Man erhielt lymphoide Infiltrationen nur dann, wenn die Meerschweinchen kurze Zeit nach der Impfung starben, geradezu eine Reaction des Organismus gegen den Bacillus, der mit der Zeit zerstört wurde.

In mir erwachte der Verdacht, dass es sich um ein abgeschwächtes Tuberkelvirus handelte und da hielt ich es angebracht, wie man es beim Milzbrand gethan hat, es zu verstärken, indem man es auf eine Reihe von Meerschweinchen übertrug.

1. Meerschweinchen. Impfung in das Unterhautzellengewebe; stirbt nach 16 Tagen; vergrösserte Milz, weich und röthlich. Positive Culturen aus der Milz und der Leber.

2. Meerschweinchen. Eine Impfung mit der Leber und eine zweite mit der Milz des vorhergehenden Meerschweinchens.

Nach 14 Tagen stirbt das in der Leber geimpfte Meerschweinchen, allgemeiner Marasums, atrophische Organe (keine Verletzung von tuberculösem Aussehen; Atrophie der Leberzellen und Pigmentation der Milz).

Man impft ein Meerschweinchen mit der Leber und Milz dieses Meerschweinchens, es wird nach 4 Monaten getödtet und gesund befunden. Nach 40 Tagen stirbt das Meerschweinchen, welches mit der Milz des ersten Meerschweinchens dieser Serie geimpft war. Starker Marasmus, atrophische Organe, Ueberimpfung derselben auf Blutserum; negative Culturen. Atrophie der Leberzellen. Blutige Pigmentation der Milz.

2) Man impft ein Meerschweinchen mit einer Syringe von Pravaz voll Bouillon mit Tuberkelculturen in die Bauchhöhle; es stirbt nach 45 Tagen, starke Abmagerung, atrophische Organe, Lymphdrüsen des Mesenter vergrössert, käsige Knötchen im Ilus der Leber und im grossen Netze. Hypostase der Lungen, Schwellung der retrosternalen Lymphdrüsen. Positive Culturen der käsigen Knötchen und der Lymphdrüsen; spärliche Bacillen in den käsigen Massen.

Man impft auf ein Meerschweinchen im Unterhautzellengewebe eine Lymphdrüse. Nach 45 Tagen stirbt es an Marasmus, in der Leber Stasis mit Atrophie der Zellen. In der Milz grosse Ansammlung von Blutpigment. Die Impfung der Organe auf Blutserum bleibt steril.

Die Leber dieses Meerschweinchens wie auch die Milz wird auf ein anderes überimpft, welches nach 4 Monaten bei der Autopsie sich gesund zeigt.

Diese Resultate überzeugten mich, dass ich kein abgeschwächtes Tuberkelvirus vor mir hatte, weil es nicht nur nicht von Thieren, welche für eine solche Infection empfänglich sind, verstärkt wurde, sondern endgültig zerstört wurde bei der zweiten Uebergangsserie derselben Thiergattung.

V. Nährböden.

Die Hühnertuberculose entwickelt sich gut auf flüssigem, einfachem oder glycerinirtem Blutserum, auf einfachem oder glycerinirtem coagulirtem

Blutserum, auf einfacher oder glycerinirter Fleischbrühe, auf einfachem oder glycerinirtem Agar-Agar. Sie entwickelt sich nicht auf der Kartoffel. Die Tuberkelcolonieen auf coagulirten Nährböden zeigen sich nach 8 Tagen, zuweilen nach der Impfung in Form von kleinen weissen Wachsflecken, in Form von Punkten, die an Oberfläche und Dicke zunehmen, die Tendenz haben, sich untereinander zu vermischen und eine weissliche, speckige Patina bilden, die sich leicht vom Nährboden löst.

Wenn die Cultur älter ist, wird sie faserig, schleimig und nimmt eine gelbliche Farbe an.

Die zweite Ueberimpfung auf den coagulirten Nährböden wächst nicht mehr unter der Form von kleinen, von einander getrennten Colonien, sondern in Form einer weisslichen Schicht, die an Oberfläche und Dicke zunimmt. Die auf den flüssigen Nährböden hergestellten Culturen erscheinen als sehr feines weissliches Pulver, welches sich nicht nur an den Wänden des Culturtubus festsetzt, sondern noch am Grunde und auf der Oberfläche der Flüssigkeit ein gleichmässig weisses Häutchen bildet.

VI. Entwickelungstemperatur.

Der beste Temperaturgrad für die Entwickelung der Culturen der Hühnertuberculosé liegt zwischen 30° und 43°, doch entwickelt sich dieselbe gleichfalls gut bei 25° und 45°. Bei den direct vom Thiere entnommenen Culturen ist bei sonst gleichen Bedingungen die Entwickelung bei 45° und 25° ein wenig langsamer als bei 37° und 43°.

Die zweite Ueberimpfung bei 20° lässt noch eine Entwickelung zu. Dieselbe ist aber sehr langsam und erst nach einem Monate zeigt sich eine discrete Entwickelung.

Bei der zweiten Ueberimpfung bei 50° ist die Entwickelung nicht nur verlangsamt, sondern steht nach $1^1/_2$ Monaten still. Es handelte sich darum zu wissen, wie sich das pathogene Vermögen dieser bei verschiedenen Graden entwickelten Culturen verhielte.

Hühner. Bauchhöhle.

1) Man impft ein Huhn mit einer bei 50° Grad entwickelten Cultur, welches nach 6 Monaten abgemagert stirbt; es findet sich Tuberculose in der Leber und Milz.

2) Man impft ein Huhn mit einer Cultur von 40°, welches nach 3 Monaten an Tuberculose des Bauchfells, der Leber und Milz stirbt.

3) Man impft ein zweites Huhn mit Cultur von 45°, welches nach 2 Monaten an Tuberculose der Leber, Milz und Bauchfell stirbt.

4) Man impft ein Huhn mit Cultur von 43°, welches nach 3 Monaten an Miliartuberculose der Leber, Milz und Bauchfell stirbt.

5) Man impft ein Huhn mit Cultur von 43°, welches nach 50 Tagen an Tuberculose der Leber, Milz und Bauchfell stirbt.

6) Man impft ein Huhn mit Cultur von 25°, welches nach 25 Tagen an Miliartuberculose aller Organe stirbt.

7) Man impft ein Huhn mit Cultur von 25°, welches nach 2 Monaten an Tuberculose der Leber und Milz stirbt.

Meerschweinchen. Unterhautzellengewebe.

1) Zwei Meerschweinchen werden mit Culturen bei 43° ($^1/_2$ Syringe von Pravaz) geimpft; eins stirbt nach 14 Tagen unter Schwellung der Milz; die Culturen dieses Organs sind positiv; in der Lunge keine Läsion, in der Leber lymphoide Infiltration mit spärlichen Bacillen.

Das zweite Meerschweinchen stirbt nach 40 Tagen; Lymphdrüsen geschwollen mit käsigem Centrum, Bauchorgane atrophisch. Atrophie der Leberzellen bis zur Necrose, in der Milz Aufhäufung von Blutpygment, keine Lungenläsion.

2) Man impft ein Meerschweinchen mit einer Syringe von Pravaz mit Cultur bei 43°, es stirbt nach 4 Monaten, in der Bauchhöhle findet sich ein kleiner käsiger Abscess in Mitten der Darmansen; Atrophie aller Organe, Hyperämie der Lunge; blutige Pygmentation der Milz.

3) Zwei Meerschweinchen werden mit Cultur von 25° geimpft. Eins stirbt nach einem Monat; allgemeiner Marasmus, Atrophie der Organe, Lungencongestion, Schwellung der Lymphdrüsen, in denen sich Bacillen finden. Lunge mit Lungenkatarrh, aber ohne Bacillen, blutige Pigmentation der Milz.

Nach 35 Tagen stirbt das andere Meerschweinchen; allgemeiner Marasmus, Abscess an der Impfstelle; leichte Schwellung der Lymphdrüsen.

4) 3 Meerschweinchen werden mit Cultur unter 45°, die 2 Monat alt ist, geimpft; sie sterben nach wenigen Tagen unter tiefem Marasmus.

5) Zwei Meerschweinchen werden mit Cultur unter 50° geimpft; sie zeigen nach einem Monate Marasmus und keine Drüsenschwellungen.

VII. Erhaltung des pathogenen Vermögens der alten Culturen.

Die alten Culturen der Hühnertuberculose, welche nicht nach 3, 6 Monaten, einem Jahre, anderthalb und 2 Jahren auf neue Nährböden übertragen werden, entwickeln sich noch, aber die Culturen (von 3 und 6 Monaten) entwickeln sich schneller, langsamer diejenigen, von einem Jahre, $1\,^1/_2$ und 2 Jahren. Die Culturen behalten aber stets dasselbe Aussehen bei der weiteren Uebertragung, sie behalten dieselben Eigen-

thümlichkeiten. Die Impfungen, welche mit alten Culturen an Hühnern vorgenommen werden, haben folgende Resultate gegeben:

1) Ein Huhn wird mit Culturen von 3 Monaten geimpft und stirbt nach 35 Tagen an Tuberculose der Milz, Leber und Bauchfell.

2) Ein Huhn wird mit Cultur von 6 Monaten geimpft und stirbt nach 3 Monaten an Miliartuberculose der Leber und des Bauchfells.

3) Ein Huhn wird geimpft mit Cultur von einem Jahre; es stirbt nach 35 Tagen an Miliartuberculose der Leber und des Bauchfells.

4) Ein Huhn wird mit Cultur von 2 Jahren geimpft und stirbt nach 6 Monaten an Tuberculose der Leber und des Bauchfells.

Meerschweinchen. Unterhautzellengewebe.

1) Zwei Meerschweinchen werden mit Cultur von 2 Jahren geimpft und sterben nach einigen Tagen unter tiefer Abmagerung, Hyperämie aller Organe, welche auf Serum übertragen steril bleiben.

2) Zwei Meerschweinchen werden mit Culturen von einem Jahre geimpft und sterben nach wenigen Tagen abgemagert und unter Hyperämie der Organe. In dieser Versuchsreihe ergaben sich rapide toxische Erscheinungen, wie sie bei den Culturen der Hühnertuberculose auf filtrirtem flüssigen Serum vorkommen, wie später gezeigt werden wird.

VIII. Einfluss der Temperatur auf das vegetative Vermögen der Culturen.

Nimmt man eine frische Cultur von Hühnertuberculose und impft sie auf eine Reihe von Tuben, von denen einige zur Controlle bei nur 37° gehalten werden, während die anderen dem Einfluss der Trockenheit unterworfen werden, wenn sie bei 50° für 2 Stunden und dann auf 37° zurückgebracht werden, so geben sie eine regelmässige Entwickelung.

Die bei 60° für 15 Minuten, $^1/_2$, 1 und 2 Stunden gehaltenen und auf 37° zurückgebrachten Culturen geben eine reguläre Colonieentwickelung.

Die bei 65° für $^1/_4$, $^1/_2$ und 2 Stunden gehaltenen und auf 37° zurückgebrachten Culturen, geben eine regelmässige Colonieentwickelung, nur die bei 65° für 2 Stunden gehaltenen geben eine etwas verlangsamte Entwickelung.

Die bei 70° für $^1/_4$, $^1/_2$, 1 und 2 Stunden gehaltenen und dann auf 37° zurückgebrachten Culturen, zeigen keine Culturentwickelung.

IX. Einfluss des Wasserstoffs und der Kohlensäure auf die Culturen.

Auf eine Serie von Tuben, welche coagulirtes und glycerinirtes Serum enthalten, macht man Ueberimpfungen von Culturen, und nachdem die

Tuben mitversiegelten Körken geschlossen, wurde ebenso die Aussenseite der Körke mit einer starken Schicht von Siegellack bedeckt, so dass es über den Rand hinüberragte. Durch diese Tuben gingen 2 kleine Glastuben von geringem Durchmesser, so dass sie von einem Strome Kohlensäure und gereinigtem Wasserstoffgas durchzogen werden konnten; auf diese Weise kamen jene Gasarten mit den Culturen in Berührung und nach einem gewissen Zeitraume, während dem diese Gase durchströmten, wurden die Enden der Tuben geschlossen, um darin eine Atmosphäre jener Gase zu erhalten.

Die zahlreich wiederholten Versuche gaben niemals ein positives Resultat, alle Impfungen blieben steril, obgleich die Tuben für 2 Monate bei 37° gehalten wurden.

Bei einigen Tuben wurden, nachdem der Gasstrom durch sie geführt war, die versiegelten Körke entfernt, dann mit sterilisirter Watte geschlossen und in einem solchen Tubus, die gleichfalls bei 37° gehalten wurden, erhielt man Culturenentwickelung.

X. Einfluss der trockenen Luft auf die Culturen.

Man nahm Culturen von Hühnertuberculose und löste sie in Fleischbrühe auf; in diese Bouillon wurden sterilisirte Seidenbänder getaucht, welche unter eine Glasglocke gebracht und an einem eisernen Ring aufgehängt wurden. In der Glocke wurde wasserloser Kalk gehalten, um die Austrocknung zu befördern.

1) Einige dieser Bänder, wurden nachdem sie eben mit der Bouillonflüssigkeit getränkt waren, in die Bauchhöhle eines Huhnes gebracht, welches nach 5 Monaten an Tuberculose der Leber, der Milz und des Bauchfells stirbt.

2) Nach 14tägiger Austrocknung werden einige Bänder in die Bauchhöhle eines Huhnes geimpft, welches nach 7 Monaten an Tuberculose der Leber, der Milz und des Bauchfells stirbt.

3) Nach einmonatlicher Austrocknung werden andere Bänder in die Bauchhöhle eines Huhnes geimpft, welches etwa nach 10 Monaten an Tuberculose der Leber und des Bauchfells stirbt.

4) Nach zweimonatlicher Austrocknung werden andere Bänder in die Bauchhöhle eines Huhnes gebracht; dasselbe wird nach 10 Monaten getödtet; in der Leber und im Bauchfell findet sich keine Läsion, nur in der Lunge findet sich ein äusserst kleiner Knoten mit Bacilleninhalt.

XI. Toxische Einwirkung der flüssigen Culturen.

Als ich bemerkte, dass die Meerschweinchen fast alle an Marasmus nach der Impfung mit Culturen der Hühnertuberculose starben, nahm

ich Culturen von 6 Monaten auf flüssigem glycerinirtem Serum und filtrirte sie mittelst des Filters von Chamberland. Das Filtrat wurde den Meerschweinchen und Hühnern eingeimpft.

Meerschweinchen. Unterhautzellengewebe.

1) Drei Meerschweinchen werden mit je 3 ccm Serum geimpft; ein viertes Meerschweinchen wird, weil es klein war, nur mit 1 □cm geimpft.

Das kleine Meerschweinchen stirbt nach 11 Tagen unter starker Abmagerung, Atrophie der Organe, gelbliche Flecke der Leber, Hypostase der Lunge.

Histologisches Examen. Enorme Stasis der Milz, Atrophie der Follikeln, alles Blut in der Nierenpulpe ist in Blutpigment umgewandelt. Die Leber mit Stase bis zur hämorrhagischen Phase. Lunge mit Lungenkatarrh, Hyperämie bis zur hämorrhagischen Phase. Nieren mit Stasis und Hämorrhagie. Herzfleisch gesund.

Von den grossen Meerschweinchen stirbt eins nach 15 Tagen. Allgemeiner Marasmus, Atrophie der Organe.

Histologisches Examen. Milz mit Stasis, Blut der Gefässe in Pigmentbildung begriffen. Nieren mit Stasis und Hämorrhagie, Lungenkatarrh.

Das zweite grosse Meerschweinchen stirbt nach 25 Tagen. Allgemeiner Marasmus; Atrophie der Organe.

Histologisches Examen. Nur in den Nieren findet sich ausser der Hämorrhagie und Stasis noch eine trübe Schwellung des Epithels der gewundenen Röhrchen. Das Uebrige des histologischen Fundes war den vorhergehenden Fällen ähnlich.

Nach 34 Tagen stirbt das letzte grosse Meerschweinchen. Allgemeiner Marasmus, Atrophie der Organe. Nieren mit Stasis und trübe Schwellung des Epithels der gewundenen Röhrchen bis zur Formation von fibrösen Cylindern und gangränöse Zerstörung des Epithels; in den anderen Organen derselbe Process wie in den vorhergehenden Fällen. — Die Fasern des Herzfleisches sind verdünnt und die transversalen Streifen verschwunden.

Hühner. Zwei Hühner wurden mit sehr starken Dosen von Filtrat geimpft; sie zeigten in den ersten Tagen eine deutliche Gewichtsabnahme, das Gewicht wurde dann wieder normal. Nach 2 Monaten waren sie noch relativ gut genährt, aber nach 110 und 108 Tagen starben die Hühner stark abgemagert mit Anämie aller Organe, fette Degeneration der Leber, blutige Pigmentation der Milz.

XII. Hat die Hühnertuberculose Einfluss auf die Entwickelung auf die den Meerschweinchen eingeimpfte Säugethiertuberculose?

Nach 8 Monaten lebten noch 2 mit Hühnertuberculose geimpfte Hühner in relativ gutem Zustande; es handelte sich darum zu wissen, ob dieselben immun gegen die Säugethiertuberculose geworden waren.

Allen 3 Meerschweinchen wurde Säugethiertuberculose eingeimpft, welche nach etwa 2 Monaten an Tuberculose starben.

Ueber die Versuche an Meerschweinchen, welche 15 Tage nach der Impfung mit Hühnertuberculose mit Säugethiertuberculose geimpft wurden, berichte ich nicht weiter, da alle an Säugethiertuberculose starben.

Ebensowenig berichte ich über die Meerschweinchen, welche gleichzeitig mit Hühner- und Säugethiertuberculose geimpft wurden, weil alle an Säugethiertuberculose und zwar viel rapider starben.

XIII. Säugethiertuberculose.

Um der auffallenden Eigenthümlichkeit des Bacillus der Hühnertuberculose in Vergleich zu dem der Säugethiertuberculose besser hervorzuheben, könnte ich mich auf alles das beziehen, was über den letzteren bereits bekannt ist. Es war aber meine Absicht, um zur sichersten Ueberzeugung zu gelangen, gleichzeitig eine vergleichende Untersuchung des Bacillus der Säugethiertuberculose zu machen.

Ich übergehe die an Meerschweinchen und Kaninchen gemachten Versuche und berichte nur über die am Huhn und am Hunde vorgenommenen.

Hühner. Bauchhöhle.

1) Zwei Hühner werden mit Tuberculose-Expectoraten, welche zahlreiche Bacillen enthalten, geimpft. Die beiden Hühner blieben gesund und wurden nach 6 Monaten getödtet. Sie zeigten keine Läsionen.

2) 4 Hühner wurden mit Rindertuberculose geimpft (die Controlmeerschweinchen starben an Tuberculose wie beim ersten Versuch). Das erste Huhn stirbt nach 35 Tagen stark abgemagert, aber ohne Tuberculose, die sich weder bei der mikroskopischen Untersuchung, noch bei den Culturen aus den Organen zeigt. — Aber bei genauer Untersuchung der Eingeweide-Serose bemerkte ich harte graue Knötchen, wie Stecknadelköpfe, welche bei der Untersuchung und in den Culturen nicht das Vorhandensein der Bacillen zeigen; aber auf Kaninchen und Meerschweinchen übertragen, starben alle an Tuberculose; während bei der

Impfung der Leber desselben Huhnes auf Kaninchen und Meerschweinchen alle gesund blieben.

Das zweite Huhn starb nach 5 Monaten an Marasmus, aber ohne Tuberculose.

Das dritte Huhn lebt noch nach 8 Monaten gesund.

Das vierte Huhn ist nach 7 Monaten gesund.

3) 4 Hühnern werden Tuberkelculturen eingeimpft (die Controlmeerschweinchen sterben nach 40 Tagen an Tuberculose). Zwei dieser Hühner werden nach 3 Monaten getödtet; die Organe sind gesund; die beiden andern sind nach 1 Jahre noch gesund.

4) Athmungswege. 2 Hühner werden in die Trachea mit 2 ctm von Tuberkelculturen, welche in Bouillon schwebten, geimpft; sie werden nach 4 Monaten getödtet; es finden sich keine Tuberkelläsionen.

5) Blutstrom. 3 Hühner werden in die Achselvene mit 3 ctm Bouillon mit aufgelösten Tuberkelculturen geimpft.

Das erste Huhn wird nach 3 Monaten getödtet; mit blossem Auge sieht man keine Tuberculose; beim histologischen Examen findet sich eine Anhäufung von Blutpigment in der Milz, in der Leber, Atrophie der Leberzellen, in der Lunge melanisches Pigment.

Das zweite Huhn stirbt nach 8 Monaten stark abgemagert, ohne Tuberkelläsionen, kleine Milz mit Blutpigment, Leber mit Atrophie der Leberzellen, in der Lunge starke Ansammlung von schwarzem Pigment in den capillaren Blutgefässen, in den Lymphscheiden der Arterien. Der Rest des Lungenparenchym ist stark geschwollen.

Das dritte Huhn ist nach 1 Jahre noch gesund.

6) Unterhautzellengewebe. 3 Hühner werden mit starken Dosen von Tuberkelculturen geimpft.

Das erste Huhn stirbt nach 8 Monaten unter tiefem Marasmus mit kleiner Milz, fibröse Splenitis und Perisplenitis, Leber mit Staris und Atrophie, Lunge mit Stasis und Pigmentation.

Das 2. und 3. Huhn leben noch nach einem Jahre.

7) Verdauungstubus. Einem Huhn giebt man eine Tuberkelcultur mit Brod und Glasstücken gemischt zum Fressen; es lebt nach 6 Monaten und ist gesund.

Ein zweites Huhn erhält alle Organe eines an Rindstuberculose gestorbenen Meerschweinchens zum Fressen; dieses Huhn ist nach 6 Monaten gesund.

XIV. Uebertragung der Säugethiertuberculose von Huhn zu Huhn.

Weil beim ersten mit Rindstuberculose geimpften Huhne sich Tuberkelknötchen auf der Darmseite zeigten, wurden sie in die Leber und in

die Bauchhöhle zweier Hühner geimpft. Eins dieser Hühner stirbt nach 50 Tagen abgemagert. Die Impfung seiner Leber auf Blutserum bleibt steril; das histologische Examen ergiebt keine Tuberculose in den Organen.

Das andere Huhn ist nach 6 Monaten gesund, wird getödtet und zeigt keine Tuberkelläsionen.

Hunde.

Die Hunde sind jedesmal für Säugethiertuberculose unempfänglich, wenn sie unter die Haut geimpft werden oder wenn ihnen die Tuberkulose zum Fressen gegeben wird; wenn sie dagegen in die Jugularvene mit Tuberkelculturen geimpft werden, sterben sie nach 1, 2, 3 Monaten an Miliartuberculose aller Organe; dabei überrascht besonders, dass die Tuberkelknötchen zahlreiche Bacillen enthalten, so dass man glauben könne, es handle sich um Hühnertuberculose, wenn man nicht gewiss wäre, Säugethiertuberculose eingeimpft zu haben. Wird dann der Hund mit Hühnertuberculose geimpft, so verhält sich der Hund verschieden gegen die Hühnertuberculose, thatsächlich enthalten deren Tuberkeln in der Leber wenige Bacillen und die Hunde können länger leben.

XV. Culturen der Säugethiertuberculose.

1) Nährböden. Der Bacillus entwickelt sich wie bekannt, auf flüssigem, einfachem coagulirtem und glycerinirtem Agar-Agar, auf Bouillon und auf Kartoffeln; aber die Entwickelung auf diesen Nährböden ist nicht sehr kräftig und vor 2 Wochen erscheinen auf denselben keine Colonien. Die Culturen auf flüssigen Nährböden entwickeln sich auf der Oberfläche derselben und der ganze Rest der Flüssigkeit bleibt klar; auf dem Grunde der Flüssigkeit vermehrt sich der Niederschlag der Culturen nicht und nimmt ein schleimiges Ansehen an. Die Colonieen auf coagulirtem Blutserum zeigen sich wie graue Nadelköpfe und haben wenig Neigung zur Entwickelung in der Oberfläche, sondern wachsen eher in der Dicke. Wenn die Ueberimpfung reich an Bacillen war, entwickeln sich die Colonieen sehr dicht aneinander und bilden eine chagrinartige, graufarbene Oberfläche.

Die Colonieen der Säugethiertuberculose leisten der Berührung Widerstand und lösen sich schwer vom festen Nährboden, wenn die Colonieen jung sind, leichter dagegen, wenn sie alt sind und nehmen dann eine blassgelbe Farbe an. Die zweite Ueberimpfung dieser Culturen auf feste Nährböden entwickelt sich noch in Form von kleinen grauen Colonieen vom Ansehen tuberculöser Organe.

XVI. Dauer des vegetativen und pathogenen Vermögens der Culturen.

1) Nach 6 Monaten entwickeln sich nicht erneuerte Culturen sehr schwer bei der zweiten Ueberimpfung; gelingt die Cultur, ist sie sehr langsam in der Entwickelung. Nach 10 Monaten habe ich nie zweite Impfungen erhalten.

Die 6 Monate alten Culturen bleiben pathogen für die Meerschweinchen; die von 10 Monaten und einem Jahre auf Meerschweinchen überimpften Culturen machen jene kaum tuberculös, sondern sie sterben an Marasmus. — Wird ein Meerschweinchen tuberculös, so verläuft die Krankheit chronisch, wie die Skrofulose; ich habe solche Meerschweinchen mit Tuberculose 1 Jahr lang gehalten.

Ich bemerke, dass die Rindstuberculose direct den Organen des Rindes entnommen, sich auf den fetten Nährböden langsamer als die vom tuberculosen Meerschweinchen (Menschentuberculose) entnommene entwickelt. Die Colonieen zeigen sich erst in der dritten oder vierten Woche mit sehr langsamer Entwickelung. Diese verlangsamte Entwickelung der Rindstuberculose tritt auch ein, wenn dieselbe bereits durch das Meerschweinchen gegangen ist.

2) Entwickelungstemperatur. Die Temperatur schwindet zwischen 30° und 40°; der beste Grad ist 37°; bei 42° habe ich nie Tuberculoseentwickelung auf den verschiedenen Nährböden erhalten, weder bei der directen Entnahme vom Thiere, noch bei den Ueberimpfungen.

3) Widerstand der Culturen gegen die Temperatur. Wenn eine Cultur für 2 Monate bei 43° oder bei 45° während 25 Tagen gehalten wird, verliert der Bacillus sein vegetatives Vermögen im Meerschweinchen, welches, wenn es nicht an Tuberculose, dann an Marasmus stirbt.

Culturen auf Blutserum bei 45° anfangs für $^1/_4$, $^1/_2$, 1—2 Stunden trocken gehalten und nachher auf 37° gebracht, entwickeln sich regelmässig.

Culturen trocken gehalten, bei 50° für $^1/_4$, $^1/_2$, 1—2 Stunden und dann auf 37° gebracht, geben eine regelmässige aber verzögerte Entwickelung im Vergleich zu den ersteren.

Culturen bei 60° gehalten für $^1/_4$, $^1/_2$, 1—2 Stunden und auf 37° gebracht, zeigen nur in den Tuben von $^1/_4$, $^1/_2$ und 1 Stunde eine Entwickelung.

Die Culturen bei 65° bei $^1/_4$, $^1/_2$, 1, $1^1/_2$—2 Stunden und dann auf 37° zurückgebracht, geben nur eine Entwickelung bei denen von $^1/_4$ und $^1/_2$ Stunde.

Die Culturen bei 70° für $^1/_4$, $^1/_2$, 1 und 2 Stunden und dann auf 37° gebracht zeigen keine Entwickelung.

4) Einwirkung der Gase auf die Culturen. In verschiedenen erhielt ich, wie ich es bei der Hühnertuberculose gethan hatte, eine Atmosphäre von Wasserstoffgas und Kohlensäure; in allen diesen Culturen ergab sich keine Entwickelung, obgleich sie bei 37° während zweier Monate gehalten wurden.

5) Einfluss der trockenen Luft auf die Culturen. Auch in diesem Falle wurden sterilisirte Bänder in die Bacillenlösung der Tuberkelculturen getaucht; die Bänder wurden unter einer Glasglocke gehalten, deren Luft mittels gebrannten Kalk ausgetrocknet war. Einige kaum durchtränkte Bänder wurden in das Unterhautzellengewebe von Meerschweinchen geimpft, welche nach 40 Tagen an Tuberculose starben.

1) Nach 14tägiger Austrocknung wurden 2 Bänder auf ein Meerschweinchen überimpft, welches nach 1 Monate an Tuberculose starb.

2) Nach einmonatlicher Austrocknung wurde ein Meerschweinchen mit 2 Bändern geimpft. Es starb an Tuberculose nach 2 Monaten.

3) Nach zweimonatlicher Austrocknung wurde ein Meerschweinchen mit 4 Bändern geimpft; es starb an Marasmus.

4) Nach dreimonatlicher Austrocknung wird ein Meerschweinchen mit 2 Bändern geimpft; es stirbt an Marasmus.

XVII. Hat die Säugethiertuberculose Einfluss auf die Entwickelung der Hühnertuberculose in den Hühnern?

Alle Hühner, welche die Impfung der Säugethiertuberculose überlebten, werden in die Bauchhöhle mit Hühnertuberculose geimpft.

1) Ein Huhn, welches 10 Monate vorher im Zellengewebe mit Säugethiertuberculose geimpft worden war, stirbt einen Monat nach Impfung mit der Hühnertuberculose, aber nur an Tuberculose der Bauchhöhle ohne jene der Leber und der Milz und gleichzeitig mit Bauchwassersucht.

2) Ein Huhn, welches 13 Monate vorher mit Säugethiertuberculose in der Bauchhöhle geimpft war, stirbt nach 2 Monaten an Bauchwassersucht und Tuberculose der Leber, welche alle Anzeichen der nachträglich eingeimpften Hühnertuberculose hatte, wie aus den Culturen hervorging.

3) Ein Huhn, welches mit Säugethiertuberculose im Blutstrom geimpft wurde, wird nach 11 Monaten in die Bauchhöhle mit Hühnertuberculose geimpft und stirbt nach 3 Monaten an allgemeiner Tuberculose, welche alle Anzeichen der Hühnertuberculose trug; das bewiesen die Culturen.

4) Ein zweites Huhn, welches 11 Monate vorher im Unterhautzellengewebe mit Säugethiertuberculose geimpft worden war, stirbt nach 18

Tagen abgemagert und mit Miliartuberculose der Leber, welche alle Eigenschaften der Hühnertuberculose zeigte, wie die Culturen aus der Leber bewiesen.

5) Von drei Hühnern, welche Culturen und Tuberkelorgane von Säugethieren 9 Monate vorher gefressen hatten, stirbt eins nach 2 Monaten an Miliartuberculose der Leber, Milz, Lunge und Herz; nach 4 Monaten stirbt das andere Huhn an Leberbruch, Bauchfell- und Lebertuberculose. Diese Letztere war so eingedrungen, dass sie den freiwilligen Leberbruch mit starker Hämorrhogie veranlasste. Die Culturen gaben Hühnertuberculose an.

Die beiden Hühner, welche die Rindstuberculose überlebten, wurden nach 7 Monaten mit Hühnertuberculose geimpft. Das erste wurde, weil stark abgemagert, nach 3 Monaten getödtet und ergab Miliartuberculose der Milz, des Bauchfells in Form von grossen Knötchen mit verkalktem Centrum; das zweite wurde, weil gleichfalls abgemagert, nach 4 Monaten getödtet und ergiebt Bauchfelltuberculose. Aus den Culturen erhellte, dass es sich um Hühnertuberculose handelte.

Aus den bisher genannten Thatsachen würde sich ergeben, dass die Hühner für die Entwickelung der Säugethiertuberculose nicht empfänglich sind und dass der Tod an Tuberculose bei den Hühnern nur durch Hühnertuberculose erfolgt. Ich halte dies bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse absolut aufrecht auf Grund von 3 Thatsachen, dem Aussehen der Culturen, welche dieser Versuchsreihe entstammen, ferner weil sich dieselben bei 45° cultivirten und weil die Meerschweinchen, welche mit den Organen jener Hühner geimpft wurden, nicht an Säugethiertuberculose starben.

Diese 3 Punkte genügen zum Beweise, dass die Hühnertuberculose sich in den Hühnern entwickelt; es wäre unnatürlich zu denken, dass die Säugethiertuberculose in diesen Thieren zur Hühnertuberculose umgeändert wäre, dagegen sprechen alle bisher angeführten Thatsachen. Es würde die eine genügen, dass allein bei einem Huhne, welches Tuberculose der Darmserose aufwies (nach der Impfung mit Rindstuberculose), die mit den Knötchen jenes Huhnes geimpften Meerschweinchen und Kaninchen tuberculös wurden, dagegen blieben die Hühner, welche mit denselben Knötchen geimpft wurden, verschont oder starben an Marasmus, hier hätte das Gegentheil von allem oben Gesagten eintreten müssen, was sich auf die Verhaltungsweise der Säugethiere gegenüber der Hühnertuberculose bezieht.

XVII. Pathologische Anatomie.

Hühnertuberculose.

Koch beschrieb die Tuberkelläsionen der Hühner in folgender Weise: es giebt im Darm und in der Leber Knötchen von der Grösse Stecknadelkopfes bis zu der einer Haselnuss, sind glatt käsig im Centrum verkalkt und hart. Diese Knötchen finden sich selten in der Lunge und enthalten zahlreiche Bacillen, besonders in der Nähe der käsigen Punkte dringen die Bacillen bis an die Zotten im Darm vor; ähnliche Knötchen finden sich auch im Knochenmark.

Ribbert nimmt gleichfalls an, dass die Tuberkelläsionen bei den Hühnern vorzugsweise im Darm sitzen, wo sich oft vernarbte Geschwüre finden, ausserdem in der Leber, der Milz und auf der Serosa des Bauchfells; es können sich aber auch Miliarformen in der Lunge und in den Nieren finden; die Bacillen sammeln sich in den Capillargefässen der Leber, in den Leberzellen ohne Bildung von Riesenzellen.

An den Wänden der Gefässe der Tuberkelherde sieht man Ansammlungen zahlreicher Bacillen, ohne dass Durchdringungspunkte derselben in die Blutmasse angegeben wären, da sich aber Tuberkelknötchen in den Gefässwänden bilden, welche in käsigen Verfall übergehen können, so können häufig Bacillen in das Gefässlumen eindringen.

Cornil und Babes (29) finden in dem Tuberkelgewebe der Hühner dasselbe, ausserdem haben sie noch bemerken können, dass in den Lymphdrüsen sich Ansammlungen von Bacillen finden, und dass noch käsige Massen existiren. Wenn man die Tuberkelbacillen mit den gewöhnlichen Mitteln färbt, so zeigt sich bei schwacher Vergrösserung, dass farblose Streifen mit gefärbten abwechseln; die ersteren gehören den grossen Bacillenmassen an, die letzteren den käsigen Massen.

Abgesehen von den genannten Organen können auch der Eierstock und die Hoden von der Tuberculose befallen werden, wie aus meinen eigenen Versuchen hervorgeht.

Wie auch immer bei der experimentellen Hühnertuberculose das Virus eindringt, die am stärksten angegriffenen Organe sind die Leber und die Milz. Die Lunge, wenn sie nicht direct angegriffen wird, bleibt meistens von der Tuberculose verschont.

Die Lebertuberculose wird bei den Hühnern besonders studirt, weil man eine Leber von dunkelrother Farbe und vergrössert bekommen kann, ohne dass sich dem blossen Auge die Tuberculose zeigt. Oft zerreisst die Leberkapsel und das Thier stirbt an Bauchfellhämorrhagie; in diesem Falle fehlt zuweilen die Abmagerung und nur die mikroskopische Untersuchung lässt das Vorhandensein von Bacillen zeigen.

Diese Eigenthümlichkeit verdient mit Rücksicht auf die Hygiene der Marktplätze bemerkt zu werden.

Zuweilen zeigt sich die Leber gleichfalls dunkelroth, aber bei grosser Aufmerksamkeit sieht man graue Miliarknötchen durch die Leberkapsel, welche leicht der gewöhnlichen Untersuchung entgehen können.

Die Leber kann sich auch in anderen Fällen dunkelroth zeigen; aber im Unterkapselgewebe und im Centrum des Parenchyms finden sich Tuberkeln so gross wie ein Stecknadelkopf oder wie eine Erbse, welche von dem umgebenden Parenchym gut abgegrenzt werden, ohne eingekapselt zu sein. Die Knötchen dieser letzteren Masse sind immer käsig und im Centrum kalkig.

Die Leberkapsel ist im Allgemeinen glatt, aber es giebt Fälle, in denen sie verdickt ist, mit tuberculöser Bildung auf derselben. Das Parenchym der Leber zeigt sich selten von gelblicher Farbe; ich habe in derselben nie eine interstitielle Hepatitis bemerken können.

Das Bauchfell ist meistens von Miliarknötchen besetzt, sei es dasjenige, welches die Eingeweide bedeckt, sei es das Mesenterium; oft zeigt sich neben dem Vorhandensein von Tuberkelknötchen ein seröses Exudat oder fibröses Serum und manchmal eine Bauchwassersucht.

Die Milz ist immer vergrössert und zeigt bald grosse käsige Knötchen, bald graue Miliarknötchen. Das Herz ist selten von Tuberculose befallen.

Nach Sibber (30) finden sich in den Gelenken Tuberkelläsionen.

Das Kaninchen, das nach meinen Erfahrungen selten von allgemeiner Hühnertuberculose befallen wird, zeigt in solchen Fällen, wenn es inficirt wird, vorzugsweise Läsionen in der Lunge, wo immer auch die Impfung vorgenommen wurde, im Gegensatz zu dem, was sich beim Huhn ereignet.

Dabei müssen hier noch einige histologische eigenthümliche Unterschiede zwischen dem von der Säugethiertuberculose erzeugten Tuberkel und dem von der Hühnertuberculose erzeugten hervorgehoben werden. Cadiot, Gilbert und Roger haben die Tuberculose der Fasane studieren können und sprechen auch in solchen Fällen von Tuberculose der Leber mit amyloider Degeneration. Dieser Tuberkel zeigt nach ihnen Zellen von gigantischem Aeussern und Epithelzellen und endlich eine Contour von lymphoiden Elementen. Da nun die Bacillen von hier aus auswandern können, so bildet sich bei der ersten Invasion ein Narbengewebe, welches der amyloiden Degeneration unterliegt und die darin enthaltenen Bacillen sind nicht mehr färbbar, während an der Peripherie dieser Zellen sich neue Epithelzellen bilden mit Vorhandensein von Bacillen.

Der Hühnertuberkel zeigt Anfangs nur die Epithelzellen, welche nach und nach einer gleichen Degeneration unterliegen; sie zeigen eine runde, verschmolzene Contur.

Bei meinen zahlreichen Beobachtungen sowohl über die spontane, wie über die experimentelle Hühnertuberculose habe ich niemals Riesenzellen finden können, sondern nur Epithelzellen und lymphoide Elemente, welche die Letzteren umgeben und zahlreiche Bacillen, welche bald frei, bald in den Epithelzellen enthalten sind. Bei den alten Tuberkeln unterliegen die Epithelzellen der käsigen Veränderung. Bei Fällen von Miliartuberculose der Leber habe ich den Tuberkelbacillus im Blute des Herzens circulirend gefunden; diese Beobachtung machte ich nach dem freiwilligen Tode des Thieres.

Der Tuberkel des Kaninchens, welcher vom Bacillus der Hühnertuberculose erzeugt wurde, zeigt dieselbe Structur desjenigen der Hühner, d. h. käsige Centralmassen ohne Riesenzellen oder deren Ueberbleibsel, Epithelzellen mit spärlicher Umgebung von lymphoiden Elementen und mit zahlreichen Bacillen, welche im Gewebe des Kaninchens eine grössere Dicke und Länge als diejenigen der Tuberkeln bei den Hühnern annehmen. Diese Bacillen, welche im Tuberkelgewebe des Kaninchens enthalten sind, bilden, wenn sie auf Blutserum oder in die Bauchhöhle des Huhnes übertragen werden, die specifische Form der Hühnertuberculose. Daher ist jeder Zweifel ausgeschlossen, dass die Hühnertuberculose sich durch das Kaninchen in die Säugethiertuberculose verwandeln könne; die einzige Eigenthümlichkeit, dass sich grössere und längere Bacillen im Tuberkel des Kaninchens befinden, muss man, wie ich glaube, dem Nährboden dieses Thieres zuschreiben.

Das allgemeine Aussehen aller Versuchsthiere, des Huhnes, Kaninchens, Meerschweinchens und Hundes unter dem Einfluss der Hühnertuberculose ist ein schwerer Marasmus, Atrophie aller Organe, welche nicht von der Tuberculose befallen werden und keine degenerativen Processe aufweisen, mit Ausnahme der Zerstörung der rothen Blutkörperchen, die sich in der Milz anhäufen, besonders bei den Meerschweinchen. Selbst die Hühner, welche unter dem Einfluss von Säugethiertuberculose mit Marasmus ohne Tuberculose sterben, zeigen auch die Zerstörung der rothen Blutkörperchen, die in der Milz angehäuft sind.

Diese Thatsachen weisen uns auf ein Gift hin, welches sich bei der Zerstörung der Bacillen bildet, welches bei den Hühnern wie Meerschweinchen Einfluss auf den rothen Blutkörper ausübt, den es zerstört. Wir müssen also annehmen, dass, da sich bei den an Tuberculose gestorbenen Hühnern nicht die Zerstörung der rothen Blutkörperchen in grosser Masse vorfindet und da sich gleichfalls bei den an Tuberculose gestorbenen

Meerschweinchen in der Milz sich keine Anhäufung von Blutpigment ergiebt, dieses Gift kein specifisches irgend einer Abart des Bacillus ist, sondern beiden Arten angehört, und sich gerade erzeugt, wenn der Bacillus von dem Thiere, welches für Tuberculose nicht empfänglich ist, zerstreut wird (Meerschweinchen für Hühnertuberculose, Huhn für Säugethiertuberculose.)

XIX. Morphologie des Bacillus der Hühnertuberculose.

Dieser Bacillus hat eine verschiedene Form je nach dem Alter der Culturen und dem Temperaturgrade, unter dem er sich entwickelt hat. Der Bacillus zeigt sich in den thierischen Geweben (Huhn) etwas granulös und etwas länger als die Bacillen der Säugethiertuberculose; in den Formen der Miliartuberculose der Hühner ist es allerdings schwer, ihn von dem Bacillus der Säugethiertuberculose zu unterscheiden; die lange und granulöse Form des Bacillus zeigt sich bei den alten tuberculösen Läsionen der Hühner.

In einer Cultur von Hühnertuberculose, welche bei 37° entwickelt wurde, finden sich auf jedem Nahrungsboden nach einem Monate Bacillen, welche in Form und Aussehen sich nicht vom Bacillus der Säugethiertuberculose unterscheiden. (Fig. 2). Sie sind kurz, intensiv gefärbt, mit abgerundeten Enden, ebenso lang als dick; unter ihnen befinden sich einige längere, aber immer intensiv gefärbt, sowie andererseits auch Bacillen von äusserster Kleinheit, etwa ein Viertel eines Bacillus und gerade diese kleinsten Bacillen sind am stärksten gefärbt, gehören aber wegen ihrer verlängerten Form zu den Bacillen und nicht zu den Kokken.

Eine bei 25° oder 45° entwickelte Cultur zeigt nach einem Monat den Bacillus eben wie diejenigen bei 37° entwickelten.

Wenn ferner der Bacillus bei 45° cultivirt wird, so zeigt er sich nach einem Monate ebenso klein, aber unter diesen kleinen Formen befinden sich jene längeren, welche alle gut gefärbt sind; aber schon um diese Zeit finden sich neben den gefärbten Formen jene ungefärbten, deren Protoplasma granulös geworden ist und endlich kann man sehr lange Formen finden, die eine gleich grosse Ausdehnung haben; häufiger finden sich noch kurze Formen des Bacillus und auch diese verlängerten Formen können intensiv gefärbt werden und ihre Enden sind anstatt rund kolbenförmig und der ganze Bacillus bekommt ein leicht rundliches Ansehen, wie ein Kommabacillus; einige dieser Formen haben eine seitliche, nicht sehr auffällige Verlängerung (Fig. 3). Diese Verlängerungen gehören zum Bacillus und sind nicht eine andere darüber befindliche Lage von andern Bacillen, sondern beim Focussuchen sieht man, dass diese

verzweigten Formen sich in ein und derselben Ebene befinden, ausserdem haben sie denselben Durchmesser, wie die Bacillen, von dem sie herrühren. Es ist aber weiter zu sehen, dass die kleinen Bacillen, welche sich im mikroskopischem Felde befinden, welche jene Verlängerungen Lügen strafen könnten, immer dünner als jene sind und, dass sich jene Verlängerungen nur in den langen und dicken Bacillen vorfinden. Wenn dann diese Cultur auf neues Blutserum überimpft und auf 37° bringt, finden sich nach einem Monate und länger nicht mehr die dickeren und verweigten Formen. Wenn die Cultur bei 45° gehalten wird während zweier Monate, verändert sich die Form des Bacillus gänzlich; neben den kleinen farblosen, granulösen Formen, giebt es sehr lange Bacillen (Fig. 3) von einem sehr dicken Durchmesser, einige derselben sind gerade, andere krumm, einige bewahren das Gentianaviolett in ihrer ganzen Länge, andere zeigen farblose Protoplasmapunkte und die gefärbten Protoplasmapunkte dieser letzteren Bacillen sind rund und oval, viele dieser Bacillen sind in der Mitte schmäler, an den Enden ausgedehnt; diese letzteren Formen sind im mikroskopischen Felde relativ häufig, im Vergleich zu den farblosen kleinen.

Einige dieser langen, kolbenförmigen und verdickten Formen können gabelförmige Verlängerungen aufweisen (Fig. 3 a‴) die bald an einem, bald an beiden Enden sich finden, und diese Enden dieser Verlängerungen endigen gleichfalls in Kolben; die Verlängerungen endigen aber nicht immer in Kolben, sondern können dünner als der Rest des Bacillusprotoplasma sein (Fig 3 c.)

Die Culturen, welche diese besondere Formen von Bacillen enthalten, haben das Aussehen jener, welche bei 37°—43°—45° entwickelt werden. Wenn sie für einen Monat oder mehrere Monate im Brutofen oder ausserhalb desselben gehalten werden, so ändern sie ihr Aussehen nicht, so dass man ein Eindringen von anderen Bacillen und Schimmel annehmen muss. Wenn dann die Culturen während 3 Monate bei 45° gehalten werden, (Fig. 4) nimmt die Zahl der entfärbten Bacillen zu, und die entfärbten Knötchen werden immer kleiner und in dieser Epoche sind fast alle Bacillen lang; aber in Mitten aller dieser farblosen Formen, welche in granulösen Verfall übergehen, finden sich noch lange Formen, die gefärbt, verdickt und krumm und dünner im Centrum sind und einige zeigen Verlängerungen, auch ihr Protoplasma wird stark granulös (Fig. 3 a' a''). Dieselben Culturen bei 50° zeigen noch die Form des modificirten Bacillus, d. h. nach 8 Tagen nehmen alle Bacillen nicht mehr intensiv die Enzianfarbe an; einige derselben zeigen im Centrum und an ihren Enden stark gefärbte Punkte in Form von sphärischen oder ovalen Knötchen (Fig. 5 a‴), neben diesen farblosen Formen giebt es auch ge-

färbte Formen, die drei oder viermal so lang als die ersten sind; (Fig. 5—6—e) einige dieser letzteren Formen sind in der Mitte dünn und an den Enden verzweigt in Form von Kolben und von diesen besonderen Formen werden einige stark granulös, andere senden vom Centrum Verlängerungen aus.

Nach 18 Tagen haben die Culturen noch das Ansehen der ersten Ueberimpfung, ohne eine richtige Entwickelung zu zeigen, weder in der Breite noch in der Länge; aber das histologische Examen zeigt, dass einige derselben kolbenförmig unter vielen anderen farblosen granulösen Formen sind und die kolbenförmigen nehmen eine intensive Enzianfarbe an. Viele dieser kolbenförmigen Formen haben verzweigte Verlängerungen an ihren Enden (Fig. 6); ausserdem finden sich kleine Bacillen vor, wie bei Culturen von 37°.

Bei der Ueberimpfung nach 50 Tagen bei 50° zeigt sich eine leichte Zunahme an Ausdehnung und Oberfläche, deshalb kann man von einer relativen Entwickelung der Culturen sprechen; beim mikroskopischen Examen sind viele Bacillen farblos, fast alle lang und granulös; aber noch nach 50 Tagen bei 50° sind unter den langen Bacillen kolbenförmige, in denen das Protoplasma anfängt granulös zu werden; kurz es ist nicht schwer zu erkennen, dass es Formen kleinerer und gut gefärbter Bacillen giebt.

Wenn dann die Cultur bei 50° über 2 Monate hinausgehalten wird, ändert sich die Form des Bacillus vollständig; aus allen farblosen Bacillen bildet sich eine granulöse Masse, in der alle langen und kolbenförmigen Formen verschwinden und in Mitte dieses Verfalls der Bacillen sieht man kleine sphärische Körnchen, die noch intensiv gefärbt sind (Dauerformen?).

In den Culturen der Hühnertuberculose, welche sich bei 43° gut entwickeln und noch für 2 Monate bei dieser Temperatur gehalten werden, habe ich keine kolbenförmige Bacillen finden können; nach 3 Monaten ist der Bacillus immer klein, aber granulös und farblos.

Aus allen diesen Thatsachen ergiebt sich, dass die so veränderliche Morphologie des Bacillus unter dem Einflusse der hohen Temperaturen von 45° und 50° und nicht bei 43°, 37°, 25° eintritt; das muss auch so sein, da in den Geweben der Hühner, welche etwa 43° Wärme haben, sich niemals Kolben- und zweigförmige Bacillen finden.

Dieselben alten Culturen, welche bei 37° entwickelt waren und dann während 6 Monaten ausserhalb des Brutofens bei der Temperatur der Umgebung in einen geschlossenen Schrank und ohne Licht gehalten wurden, so dass die Tuben keiner starken Austrocknung unterworfen waren, zeigen noch den kleinen, granulösen, wenig färbbaren Bacillus,

ohne Kolbenformen. Unter ihnen finden sich noch kleinere Bacillen, die intensiv gefärbt sind.

Die Culturen von 1 Jahre, die unter gleichen Bedingungen gehalten wurden, zeigen fast alle Bacillen farblos, klein und granulös; einige sind nur an den Enden gefärbt; aber dennoch zu dieser Zeit noch gut gefärbte Bacillen.

Nach 18 Monaten zeigt sich der Bacillus im Allgemeinen sehr klein; aber es giebt noch längere Formen, als wenn es sich um eine Cultur von einem Monat handelte. Aber letztere Formen sind sehr spärlich, deshalb sind die klein gewordenen Bacillen nur dünner und nehmen die Enzianfarbe nicht mehr an; wenn einige schwach gefärbt sind, so sind sie stark granulös. Die gefärbten Körnchen sind theils im Bacillus enthalten, theils liegen sie ausserhalb desselben.

Nach 2 Jahren zeigen die Culturen die Bacillen farblos und dünn, andere leicht granulös; und in einigen Punkten des mikroskopischen Feldes zeigt sich an Stelle von Bacillen ein echter granulöser Detritus und auch auf diesem mikroskopischen Felde sieht man, sehr selten allerdings, kleine, gut gefärbte Bacillen, wie diejenigen einer Cultur von einem Monate.

Vergleicht man den Bacillus der Säugethiertuberculose mit dem der Hühnertuberculose unter dem Einflusse der Zeit und der Temperatur, so sieht man, dass der Bacillus der Säugethiertuberculose bei 37° auf coagulirtem, glycerinirtem Blutserum entwickelt und ausserhalb des Ofens gehalten, in seiner Form und je nach dem Zeitabschnitte der Untersuchung verschieden ist; nach 6 Monaten behält er meistens seine Form und Färbung bei; einige Bacillen sind sehr klein, andere von normaler Grösse, andere wieder sind länger und sehr dünn und nicht gut gefärbt, wobei die Letzteren in ihrem Protoplasma granulöse Formen zeigen. Nach 1 Jahre zeigt sich der Bacillus unregelmässig, in äusserst kleiner Form, farblos und mit einigen gefärbten Körnchen theils in der Mitte, theils an den Enden; einige dieser Körnchen sind sehr fein, andere ausserhalb der Protoplasmamasse des Bacillus. Nach 2 Jahren wird der Bacillus äusserst klein, farblos, granulös; die Körnchen sind sehr fein; eine regelmässige Bacillenform findet sich nicht mehr.

Ich wiederhole hier nebenbei, dass eine 1 Jahr alte Cultur von Säugethiertuberculose auf ein Meerschweinchen übertragen, dieses nicht an Tuberculose, sondern an Marasmus sterben lässt; und wenn dieselbe zuweilen die Tuberculose hervorruft, so zeigt sich dieselbe in chronischer Form; das Meerschweinchen stirbt nie vor 4 Monaten, auch erst nach 1 Jahre. Wenn man ferner Meerschweinchen mit Tuberculose von 2 Jah-

ren impft, so sterben die Meerschweinchen an Marasmus, aber nicht an Tuberculose.

Diese angeführten Thatsachen sind für mich wichtig, weil das Gift, welches man aus den Tuberkelculturen erhält, noch nach 2 Jahren wirksam ist, so dass der Bacillus nach 1 Jahr im feuchten Zustande in den thierischen Geweben noch vegetirt, aber unter abgeänderter Form, wenngleich er seine ursprüngliche Wirksamkeit wiedererhält, wenn er von Meerschweinchen auf Meerschweinchen übertragen wird. [1]

Wenn man die Tuberkelculturen der Säugethiere bei 43° während 1, 2 oder 3 Monate hält, zeigen sie sich nicht weder in denselben verlängerten, noch kolbenförmigen und verzweigten Formen, im Gegentheil, der Bacillus wird granulös und klein und nach 3 Monaten tritt ein vollständiger Verfall ein.

Hält man die Culturen der Säugethiertuberculose bei 45° während eines Monats, so zeigen sich auch in diesem Falle keine verlängerten und kolbenförmigen Gestalten, im Gegentheil der Bacillus wird sehr klein und granulös.

Nach 2 Monaten bei 45° ist der Bacillus sehr klein, nicht mehr färbbar, weil seine Färbung nicht mehr der Einwirkung der Salpetersäure

---

[1] In einer Arbeit von mir über die Wirkung der sterilisirten Tuberkelbacillen bestätigte ich, dass im Protoplasma des Bacillus ein Gift enthalten ist. Nach weiteren zahlreichen Untersuchungen in dieser Hinsicht, habe ich beim Studium der anatomisch-pathologischen Läsionen der Thiere, welche unter der Einwirkung des Tuberkelgiftes gestorben sind, die Ueberzeugung gewonnen:

1) dass das Gift aus der Vernichtung des Protoplasmas der Bacillen hervorgeht;

2) dass dies Gift zunimmt in directem Verhältniss zur Zerstörung des Bacillus in den alten Culturen;

3) dass dies Gift in kleinen Dosen fähig ist, den Tod des Meerschweinchens herbeizuführen;

4) dass die von diesem Gift herrührenden Läsionen vorzugsweise auf das Blutgefässsystem sich localisiren, d. h. von der Hyperämie bis zur Entzündung und bis zur Nekrose und Hämorrhagie;

5) dass dies Gift ausserdem die rothen Körperchen direct zerstört oder wenigstens ihre Zerstörung in den hyperämischen Organen (vorzugsweise der Milz) begünstigt.

Die Methode von Koch, welche gerade in der Anwendung des Extractes der Tuberkelculturen besteht, kann m. E. n. ihre Erklärung finden; die therapeutische Bedeutung wird, wie ich glaube, sicher von dem Meister der modernen Bacteriologie ausgenützt werden, denn es giebt histologische Zustände in den von diesen Tuberkelproducten vergifteten Thieren, welche ein therapeutisches Mittel darbieten können.

In einer so wichtigen Angelegenheit kann die Lösung nicht mit der Schnelligkeit des Thelegraphen eintreffen, sondern nur eine lange und geduldige Untersuchung und Erfahrung wird die Frage lösen.

widersteht; äusserst wenige Bacillen sind noch färbbar, aber nicht mehr lebend, weil sie nicht mehr in den Geweben der Meerschweinchen vegetiren, im Gegentheil, diese sterben an Marasmus und nicht an Tuberculose.

Die Hühnertuberculose ist bei dieser Temperatur nach 2 Monaten pathogen, diejenige der Säugethiere nach wenigen Tagen wirkungslos, aber ich wiederhole, dass die Meerschweinchen, in denen der Bacillus nicht die Tuberculose hervorruft, an Marasmus starben.

Die von mir bemerkten kolbenförmigen Figuren, welche in den Culturen der Hühnertuberculose bei 45° und 50° verzweigt sind, werden auch von Metschnikoff (31) beschrieben; er glaubt, es seien Involutionsformen und keine degenerativen Formen; deshalb glaubt er, dass der bekannte Bacillus der Tuberculose im Stadium einer polymorphen Form sei, welche er unter die Arten der Sclerotrix classificieren möchte und den Bacillus der Tuberculose unter die Art Sclerotrix Kochii.

Ich kann mich auf die Frage der Classification des Bacillus nicht einlassen, da das mit der vorliegenden Arbeit nichts zu thun hat, welche sich auf das vergleichende Studium der beiden Tuberculoseformen in pathologisch-biologischer Hinsicht beschränkt, da die botanische Frage ausserhalb der Grenzen der Pathologie und Aetiologie liegt; dennoch kommt es mir darauf an zu bemerken, dass die beschriebenen kolbenförmigen und verzweigten Figuren nicht der Säugethiertuberculose, sondern der Hühnertuberculose angehören. Das erhellt aus dem vergleichenden Studium über die beiden Arten des Bacillus unter dem Einflusse der hohen Temparaturen (45°—50°); diese Thatsache bedeutet noch einen andern Unterschiedspunkt zwischen dem Bacillus der Säugethiere und dem der Hübnertuberculose.

Ich bin davon überzeugt, dass Metschnikoff, als er seine Untersuchung über den Polymorphismus des Bacillus der Tuberculose machte, eine Cultur von Hühnertuberculose und nicht von Säugethiertuberculose in den Händen hatte, und zwar glaube ich das auf Grund der von mir erhaltenen Resultate und weil in der Zeit als Metschnikoff arbeitete, ein Unterschied zwischen Säugethier- und Hühnertuberculose noch nicht möglich war. Diese Ueberzeugung wird noch unterstützt durch die eigenen Worte des Metschnikoff, wenn er sagt S. 66: dass die regelmässige kurze Form des Tuberkelbacillus sich sowohl in den Culturen von 36° wie von 42° findet; ich habe niemals die Säugethiertuberculose bei 42° cultiviren können, dagegen cultivirt sich bei dieser Temperatur die Hühnertuberculose. Metschnikoff selbst sagt, verlängerte Formen in der Milz eines Sperlings gefunden zu haben; diese zweite Thatsache bestätigt

meine eben ausgesprochene Ueberzeugung, weil die Vögel nicht an Säugethiertuberculose leiden.

In Betreff der zweiten Frage, dass die verzweigten Formen keine degenerative, sondern involutive Formen seien, bin ich der Ansicht, dass diese Formen eine starke Tendenz zu degenerativen Processen haben, wie die anderen Formen der Bacillen, und dass die Schnelligkeit, mit der sich diese Formen in den Culturen zeigen, abhängt von dem Temperaturgrade, da sie sich thatsächlich bei 45° nach 1 oder 2 Monaten, bei 50° nach 10—18 Tagen zeigen und dass bei 50° während 50 Tagen jene verzweigten Formen zerstört werden. Nach 2 Monaten (bei derselben Temperatur) bildet sich ein echter Detritus aller dieser Formen.

Deshalb müssen nach dem vorläufigen Stande meiner Untersuchungen die genannten kolbenförmigen und verzweigten Tuberkelbacillen der Hühner- und nicht der Säugethiertuberculose angehören. Diese Formen erhält man bei hoher und nicht bei niedriger Temperatur, wie Metschnikoff richtig beobachtet hat. Ihre rapide Evolution hängt von der hohen Temperatur ab, ebenso wie ihre Zerstörung mit der hohen Temperatur in Beziehung steht; dann sind die Culturen, welche diese Formen enthalten noch für das Huhn pathogen, in dessen Geweben der Bacillus die gewöhnliche Form annimmt, ebenso wenn man diese Culturen auf Blutserum überträgt und bei 37° hält.

Es bleibt noch eine andere Frage zu untersuchen, ob der Bacillus der Hühnertuberculose Sporen besitzt; für den Bacillus der Säugethiertuberculose gehen die Meinungen über seine Structur, das Vorhandensein von Sporen noch auseinander.

Koch beschäftigte sich zuerst mit dieser Frage; er glaubt, dass die klaren Zwischenräume der Tuberkelbacillen, welche auf jede farbige Behandlung hin farblos bleiben, Sporen seien.

Ehrlich, Unna und Lutz nehmen im Bacillus der Säugethiertuberculose eine Membran an.

Unna, Lutz, Amann, Rivolta glauben, dass der Bacillus der Säugethiertuberculose einer Coccotrixform angehöre.

Schrön (32) glaubt, dass der Tuberkelbacillus aus einer Reihe von 5—7 Sporen hervorgehe (vielleicht sagte man jetzt richtiger Sporenäquivalent), welche unter sich durch ein äusserst dünnes Band verbunden sind, welches er zuerst Sporenband nennt. Dieser Kranz ist von plastischer Substanz umgeben, welche bald homogen, bald fein granulös erscheint. Die Hülle ist von einer sehr feinen Membran, welche einer Zellenmembran gleichkommt, die dicker wird, je nachdem der Bacillus älter wird. In den regressiven Phasen des Bacillus kann diese Membran je nach den Umständen verschwinden, oder seinen Inhalt von sich geben oder

flüssig werden in Folge einer Metamorphose, welche der schleimigen Degeneration ähnlich ist.

Metschnikoff glaubt auch, dass der Tuberkelbacillus eine umwickelnde Membran und dass er ausserdem Sporen enthält, welche nicht von den klaren Zwischenräumen des Bacillus dargestellt werden, sondern von intensiv gefärbten sphärischen Formen.

Ernst findet in den Tuberkelbacillen eine granulöse Structur; diese Körnchen färben sich mit Hämatoxylin.

Einige Forscher halten den Leprabacillus für eine Coccotrixform; Neisser erkennt diese Kokkenform nicht an.

Nachdem man dies über die beiden Formen unter einander so ähnlicher Bacillen (Tuberculose und Lepra) weiss, müssen wir jetzt über die Structur des Bacillus der Hühnertuberculose sprechen. Auch über diesen bin ich zur Ueberzeugung gelangt, dass er eine Kapsel mit Protoplasma enthält, welches sich, je nachdem es in den Culturen und den Geweben alt wird, loslöst; die Abbröckelung entsteht durch die Formation der hellen Zwischenräume im Portoplasma des Bacillus, welche an Zahl und Ausdehnung zunehmen, je älter der Bacillus wird. Das Protoplasma nimmt dann die Form von kleinen bald runden, bald ovalen immer gefärbten Kugeln an. Diese Kugeln verkleinern sich immer mehr in der Membran des Bacillus, einige können aus derselben herausgehen und in den alten Culturen bildet sich ein Detritus aus der Membran und aus den protoplasmatischen kleinen Kugeln.

Die klaren Zwischenräume kann man meiner Ansicht nach nicht für Sporen des Bacillus halten, weil sie sich leichter unter der hohen Temperatur entwickeln; gerade diese Bedingungen sind es, unter denen der Bacillus einer schnelleren Veränderung unterliegt und eine alte Cultur, welche weniger vegetatives Vermögen besitzt, enthält mehr Bacillen mit klaren Zwischenräumen. Es ist m. E. n. ein Irrthum, wenn man diese klaren Zwischenräume mit den Sporen des Milzbrandes vergleicht, weil der zerstörte Milzbrandbacillus die freien Sporen erkennen lässt, während der zerstörte Tuberkelbacillus seine Sporen nicht mehr erkennen lässt. Der Milzbrandbacillus ist gerade wegen seiner Sporen, wenn auch zerstört, fähig zu vegetiren, was beim Tuberkelbacillus nicht der Fall ist.

Dass im Bacillus der Hühnertuberculose jene farblosen Sphären Sporen bedeuten könnten, dafür habe ich Anhaltspunkte, wenn auch indirecte, welche dafür sprechen bei Beobachtung, dass in den Geweben des Huhnembryos, dort wo der Bacillus sich in eine Masse aus 7 Kugeln bestehend auflöst, wenn man diese auf das Gewebe anderer Thiere oder auf andere Nährböden überträgt, oder wenn man den Empryo auskriechen, auswachsen lässt, sich immer die Reproduction des Tuberkelbacillus zeigt.

Man hat ferner beobachten können, dass in den alten Culturen neben langen Bacillen sich sehr kurze befinden, deren schräge Durchmesser nicht denjenigen der kleinen Protoplasmasphären der alten Bacillen übersteigt. Rühren diese kleinen Bacillen von den kleinen Kugeln her? Man kann es annehmen, aber nicht beweisen.

Wenn thatsächlich jene Kugeln neue Bacillen erzeugen können, würden sie Sporen bedeuten; ich wiederhole, meine Beweise sind indirect. Wenn man nun thatsächlich jene Kugeln als Sporen ansehen muss, so haben sie keine grosse Widerstandsfähigkeit, weil sie bei 70° in einer Stunde steril werden, obgleich sie der Einwirkung der Zeit — ungefähr 2 Jahre — länger widerstehen. In Betreff der Dauer ihres vegetativen Vermögens kann ich diesen Kugeln keine grosse Widerstandsfähigkeit zuschreiben, weil der Bacillus der Hühnertuberculose bei 20°, wenn auch noch so langsam, sich doch entwickelt. Deshalb bleibt es zweifelhaft, ob man bei der Ueberimpfung der alten Culturen die Reproduction der Bacillen den Kugeln zuschreiben muss oder vielmehr Bacillen, welche sich langsam vervielfältigend, ihr vegetatives Vermögen bei so niedrigen Temperaturen erhalten haben?

Auf Grund dieser meiner Untersuchungen und der Anderer bin ich überzeugt worden, dass die Sporenfrage des Tuberkelbacillus noch nicht gelöst ist.

Das ist m. E. n. eine Frage von grösster Wichtigkeit, um das Problem zu lösen, weil das Tuberkelvirus in unseren Geweben einmal übertragen, ein verstecktes Leben führt und sich unter besonderen zerstörenden Bedingungen vermehrt.

Aus Mangel an Untersuchungsmethoden werden viele biologische Fragen durch Analogie oder in vitro gelöst; die erste Art ist fatal, weil analoge Fälle nicht identische sind; im zweiten Falle nähert man sich der Frage, löst sie aber nicht; der Nährboden eines lebenden lymphatischen Ganglion ist für den Bacillus nicht dasselbe wie das glycerinirte Serum.

Wenn ein Tuberkelbacillus lange in unseren Geweben Widerstand leistet, braucht man nicht die Sporen anzurufen, denn neben der Nachkommenschaft zerstört sich der Urheber, ohne dass die Nachkommenschaft grosse Tendenz zur Ausbreitung zeigt.

Alle stimmen darin überein, dass die Riesenzelle von den Bacillen, welche in die Zellenelemente eindringen, gebildet wird; diese Bacillen haben Einfluss auf die Zellentheilung, so dass sie unvollständig wird. Wenn dies die genetische Bedeutung der Riesenzelle im Tuberkel ist, so ist es nicht die biologische derselben. Koch glaubt, dass die Riesenzelle dazu dient, die Dauer des Tuberkelbacillus zu erhalten, weil in der Riesen-

zelle neben dem Bacillus, welcher stirbt, ein anderer mit Hülfe der Sporen des Ersteren entsteht.

Metschnikoff glaubt, dass die Riesenzellen makrophagocytische Elemente seien im Sinne seiner Theorie; ich kann mich hier nicht über das biologische Vermögen der Riesenzelle in weitere Erörterungen einlassen, sondern kann nur bemerken, dass im Huhntuberkel die Riesenzelle fehlt.

Baumgarten glaubt, dass die Riesenzelle nicht sowohl eine Folge der in ein Zellenelement eingetragenen Bacillenanzahl sei, als vielmehr eine solche ihrer Energie, weil dort, wo sie sehr activ sind, wie in der Miliartuberculose, die Riesenzellen fehlen, dagegen sind diese letzteren in den bacillenarmen Producten sehr zahlreich, oder da, wo wie bei den Rindern trotz der Bacillenmenge der Process langsam vor sich geht. Koch selbst meint, dass, wenn auch die Formation der Riesenzelle noch so lange anhielte, dennoch dieselbe bei einer rapiden Bacillenevolution zerstört werden kann. Ich glaube, dass unter der Vorstellung der Energie der Bacillenentwickelung, welche entweder die Formation der Riesenzelle verhindert oder sie zerstört, wo sie gebildet wird, der Mangel der Riesenzelle in der Hühnertuberculose erklärt werden kann, weil hier gerade eine rapide Tuberkelbildung stattfindet, deren Epithelzellen viele Bacillen enthalten; diese Zellen gehen leicht in glasige Degeneration über.

Ohne auf geschichtliche Einzelheiten der Tuberculose einzugehen, ohne irgend einem der Forscher nahetreten zu wollen, citire ich hier nur 3 derselben, welche die Ansteckungsfähigkeit der käsigen Substanzen, der Vervielfältigungsfähigkeit dieser Substanzen und das Vorhandensein eines lebendigen Wesens in denselben aufgestellt haben.

In 20 Jahren hat die Tuberkelinfection unerhörte Fortschritte gemacht nach Villemin, der behauptete, dass die Tuberkelsubstanz ansteckend sei; die Zweifel gegen diese Doctrin wurden durch Armanni (33) beseitigt, weil er mit einem Fragment käsiger Substanz, das auf die Hornhaut eines Meerschweinchens übertragen wurde, nicht nur die Incubationsperiode dieser Substanz nachwies (2 Wochen), sondern auch deren Ausbreitung auf den gesammten Organismus, da das Meerschweinchen tuberculös wurde; ebenso wie beim Syphilisvirus, das erst an der Impfstelle sich festsetzt und dann sich auf den Gesammtorganismus ausbreitet. Koch (38) fand darauf die Ursache der Ansteckung durch Nachweisung eines specifischen Bacillus in der Substanz.

Danach glaubte man allgemein, dass die Ursache der Tuberculose bei allen Thieren der Bacillus Koch sei.

Beim gegenwärtigen Stande unserer Untersuchungen müssen wir aber eine Einschränkung dieser absoluten Annahme gelten lassen und sagen, dass die Ursache der Bacillartuberculose vorläufig auf 2 Bacillen-

arten zurückzuführen ist, die verschiedene biologische und morphologische Eigenschaften haben — einer gehört der Säugethiertuberculose, der andere der Geflügeltuberculose an.

Der Bacillus der Geflügeltuberculose unterscheidet sich von dem der Säugethiertuberculose in folgenden Punkten:

1) er erzeugt nicht die Tuberculose bei den Meerschweinchen und selten allgemeine Tuberculose beim Kaninchen;

2) die Culturen haben auf den verschiedenen Nährböden ein anderes Aussehen als die der Säugethiertuberculose;

3) die Entwickelungstemperatur schwankt zwischen 35 und 45° und die Sterilisationstemperatur ist 70°;

4) der Bacillus zeigt bei 45° und 50° in den Culturen lange, dicke und verzweigte Formen;

5) der Bacillus behält noch nach 2 Jahren sein vegetatives und pathogenes Vermögen;

6) die Zerstörung des Bacillus erzeugt eine Substanz, die für das Meerschweinchen giftig ist, wenig giftig für das ausgewachsene Huhn;

7) der von diesem Bacillus erzeugte Tuberkel ist bei den Hühnern ohne Riesenzellen.

Der Bacillus der Säugethiertuberculose unterscheidet sich von dem der Hühnertuberculose in Folgendem:

1) er ruft bei Meerschweinchen, Kaninchen, aber nicht bei den Hühnern die Tuberculose hervor;

2) seine Culturen sehen anders aus als die der Hühnertuberculose;

3) er cultivirt sich bei 30° und 40°;

4) er widersteht nicht der Temperatur von 65° während einer Stunde;

5) er ändert seine Form bei 43°—45° nicht in den Culturen;

6) er verliert bei 45° nach wenigen Tagen sein vegetatives Vermögen;

7) die alten feuchten Culturen von einem Jahre lassen sich schwer auf andere Nährböden und Thiergewebe übertragen;

8) die Zerstörung des Bacillus bildet eine giftige Substanz für das Meerschweinchen und manchmal für das ausgewachsene Huhn;

9) der Tuberkel der Säugethiere besitzt meistens die Riesenzelle.

Alle diese nicht vorübergehenden unterscheidenden Eigenschaften zeigen zwei wohl verschiedene Arten des Tuberkelbacillus; ob nun diese beiden Arten einer oder zwei Gattungen angehören, das bleibt vorläufig eine offene Frage.

Unentschieden bleibt ferner diejenige, welche für die Pathologie die bedeutendste ist, ob vielleicht der Mensch von Hühnertuberculose befallen

werden kann. Diese Thatsache muss aufs ernsteste den Pathologen und Hygieniker interessieren.

Den bei den Thieren erhaltenen Resultaten nach muss beim Menschen vorzugsweise in diesem Sinne die locale Tuberculose beachtet werden und der Marasmus einzelner Individuen, welche sich nicht durch den Mangel an Verletzungen der hämapoetischen Organe und mit einfachen Abscessläsionen oder mit schon geheilten Abscessen (wie bei den Meerschweinchen) oder endlich durch das Verschlucken von Organen von Tuberkelhühnern erklären liessen. [1]

[1] Ich kann die Arbeit nicht schliessen, ohne dem Dr. Palamidessi aufrichtigst zu danken, der während meiner Krankheit die angefangenen Untersuchungen fortsetzte.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVIII.)

Cultur der Hühnertuberculose auf glycerinirtem Serum.

Fig. 1. Entwickelung bei 37°.
1) Cultur von 15 Tagen.
2) „ „ 1 Monat.
3) „ „ 40 Tagen.

Fig. 2. Bacillus der Hühnertuberculose von einem Monat; Cultur bei 37°. (Ocular 4—4·5^{mm}, Objectiv 20^{mm}. Oeffnung 1, 30. Homogene Immersion. Apochromatisch. System Zeiss.

Fig. 3. Cultur von 45° von 2 Monaten. Verzweigte Formen.

Fig. 4. Cultur von 3 Monaten bei 45°.
a) Masse von langen, granulösen Bacillen;
b) lange, clavate und granulöse Bacillen.

Fig. 5. Cultur bei 50° von 8 Tagen:
$a—a'—a''$ farblose und granulöse Bacillen;
$b—c—d$ lange, gefärbte und clavate Bacillen.

Fig. 6. Cultur bei 50° von 18 Tagen:
$a—a'—a''$ lange und farblose Bacillen;
b lange, gefärbte, verzweigte und clavate Bacillen;
$c—c'$ kurze und gefärbte Bacillen.

Bibliographie.

1. Die Aetiologie der Tuberculose. *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* 41—73—66.

2. Ueber die Verbreitungsweise der Tuberkelbacillen bei den Hühnern. *Deutsche med. Wochenschrift.* Nr. 28. *Berlin*, 1883.

3. *Journal des connaissances médicales.* 1883.

4. *Société de Biologie.* 1884.

5. *Recueil de Médecine vétérinaire.* 1885. p. 696.

6. *Zeitschrift für Mikroskopie und Fleischschau.* 1884. Nr. 4.

7. *Recueil de Méd. vétér.* 1885. p. 92.

8. Ueber intestinale Tuberculose durch Genuss tuberculoser Sputa. *Deutsche med. Zeitung.* 1885.

9. *Annales de méd. vétér.* 1889. p. 194.

10. *Congrès pour l'étude de la Tuberc.* Paris, 1889. p. 332.

11. *Willemim, Etudes sur la Tuberc.* Paris, 1868.

12. *Rendiconto del R. Ist. Lombardo.* Serie 2. Vol. 1. Fasc. XXIII. 1868.

13. *Memorie delle R. Academia delle Scienze dell' Ist. di Bologna.* III. p. 57. 1886.

14. Contribuzione sperimentale alla Patologia delle Infezioni nella vita embrionale. *Rivista internazionale.* Napoli 1887. Anno IV.

15. *Congrès pour l'étude de la Tubercul.* Paris, 1883. p. 328.

16. Etudes esperimentales et cliniques sur la Tubercul. *Publiées sous la direction du Prof. Verneuil.* XIIme Fascicule 1887. p. 362.

17. Giornale di Anat. fisiolog. e pat. *Degli Annali gen.* Feb. 1889. Fasc. 1. p. 22.

18. Ricerche sperimentali sull' azione dei Bacilli della Tuberculosi dei gallinacei dei mammiferi nella vita embrionale ed adulta del pollo. *Riforma medica.* Agosto 1889.

19. *Deutsche med. Wochensch.* 1883. Nr. 33. S. 44.

20. *Tuberculosis in birds.* Lancet. April 12. 1890.

21. *Sull' Infezione tubercolare degli Embrioni di Pollo.* Pisa 1888. Tip. Nistri.

22. *Giornale di Anatom. fisiol. & pat.* Degli Annali fasc. 1. Pisa 1883.

23. Ricer. spec. sull' azione dei bacilli della Tub. dei Gall. e dei Mamm. nella vita embrionale ed adulta del Pollo. *Riforma medica.* Agosto 1889.

24. *Recueil de Méd. vétér.* 1885. p. 698.

25. Beitrag zur Aetiologie der Tuberculose (Hühnertuberculose). *Centralbl. für allgem. Pathologie und pathol. Anatomie.* Nr. 3. Bd. 1. Juni 1890.

26. Ueber bakteriologische Forschung. *Centralbl. für Bacter. etc.* Bd. VIII. Nr. 18. 1890.

27. *Comptes rendus et mémoire de la société de Biologie.* Séances des 11 et 18. Oct. 1890.

28. *Recueil de Méd. vétér.* Pag. 106. 1891.

29. *Les Bacteries.* Paris 1886.

30. *The journal of comp. medicine and veterinary archives.* 1890.

31. Ueber die phagocytäre Rolle der Tuberkelriesenzellen. *Virchow's Archiv* Bd. CXIII. 1888.

32. Giornale della Associazione napolitana di Medici e Naturalisti. Ann. 11. Punti 1. 1891.

33. Sulla specificiti e virulenza delle sostanze caseose e tuberculosi. Ricerche sperimentali. *Movimento medico. chirurgico.* Anno IV. 1872. Napoli.

Pisa, 1. Juni 1891.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

WELLCOME
LIBRARY
INSTITUTE